

Recomendaciones para la determinación de la presión arterial en el ser humano y en animales de experimentación

Parte 1: Determinación de la presión arterial en el ser humano

Una declaración del Subcomité de Formación Profesional y Educación Sanitaria Pública del Consejo de Investigación sobre Hipertensión de la *American Heart Association* dirigida a los profesionales

Thomas G. Pickering, MD, DPhil; John E. Hall, PhD; Lawrence J. Appel, MD; Bonita E. Falkner, MD; John Graves, MD; Martha N. Hill, RN, PhD; Daniel W. Jones, MD; Theodore Kurtz, MD; Sheldon G. Sheps, MD; Edward J. Roccella, PhD, MPH

Resumen. La determinación exacta de la presión arterial es esencial para clasificar a los individuos, determinar el riesgo debido a la presión arterial y orientar el tratamiento. La técnica auscultatoria aplicada por un observador bien preparado y utilizando un esfigmomanómetro de mercurio continúa siendo el método de elección para la determinación en la consulta, utilizando la primera y la quinta fases de los ruidos de Korotkoff, incluso en las mujeres embarazadas. El empleo del mercurio está disminuyendo, y son necesarios otros métodos alternativos. Los dispositivos aneroides son apropiados, pero requieren un calibrado frecuente. Los dispositivos híbridos que utilizan transductores electrónicos en vez de mercurio parecen prometedores. El método oscilométrico puede utilizarse para la determinación en la consulta, pero solamente deben emplearse dispositivos validados de manera independiente según protocolos estándar, y se recomienda un calibrado individual. Tiene la ventaja de que permite realizar múltiples determinaciones. Es esencial una formación adecuada de los observadores, la colocación correcta del paciente y la elección del tamaño de manguito apropiado. Cada vez se aprecia más claramente que las determinaciones realizadas en la consulta presentan una baja correlación con la presión arterial determinada en otros contextos, y que pueden complementarse con lecturas realizadas por el propio paciente utilizando en su propio domicilio dispositivos validados. Cada vez hay más datos que indican que las lecturas domiciliarias predicen los episodios cardiovasculares y son de especial utilidad para la vigilancia de los efectos del tratamiento. La monitorización ambulatoria de 24 horas aporta una predicción del riesgo mejor que la de las determinaciones realizadas en la consulta y es útil para el diagnóstico de la hipertensión de bata blanca. Cada vez hay más datos que indican que el hecho de que la presión arterial no se reduzca durante la noche puede asociarse a un aumento del riesgo. En los pacientes obesos y en los niños, es de vital importancia el empleo de un manguito del tamaño apropiado. (*Hypertension*. 2005;45:142-161.)

Palabras clave: hipertension ■ ambulatory monitoring ■ self-measurement

Índice

Introducción	144
Epidemiología de la hipertensión	144
Visión general	144
Presión arterial sistólica, diastólica y presión del pulso	145
Importancia de la variabilidad de la presión arterial	145

La *American Heart Association* hace todos los esfuerzos posibles por evitar que puedan surgir conflictos de intereses reales o posibles como resultado de una relación externa o de un interés personal, profesional o empresarial de algún miembro del panel de redacción. Concretamente, todos los miembros del grupo de redacción deben completar y presentar un Cuestionario de Declaración de Conflicto de Intereses en el que se indiquen todas aquellas relaciones que puedan ser percibidas como conflictos de intereses reales o posibles.

Esta declaración fue aprobada por el Comité Asesor Científico y de Coordinación de la *American Heart Association* el 13 de Octubre de 2004. Puede solicitarse una sola copia de la separata en inglés llamando al número 800-242-8721 (solamente para EEUU) o escribiendo a American Heart Association, Public Information, 7272 Greenville Ave, Dallas, TX 75231-4596. Solicite la separata No. 71-0308. Para adquirir más separatas: hasta 999 ejemplares, llame al 800-611-6083 (solamente para EEUU) o envíe un fax al 413-665-2671; 1.000 ejemplares o más, llame al 410-528-4121, envíe un fax al 410-528-4264, o envíe un mensaje de correo electrónico a kgray@lww.com. Para realizar fotocopias para uso personal o de formación, llame al Copyright Clearance Center, 978-750-8400.

La revisión de expertos de las declaraciones científicas de la AHA se realiza en el *AHA National Center*. Para más información sobre el desarrollo de declaraciones y directrices de la AHA, consúltese <http://www.americanheart.org/presenter.jhtml?identifier=3023366>.

Ésta es la Parte 1 de una Declaración que consta de dos partes. La Parte 2 se publicará en el número de Febrero de 2005 de *Hypertension*. Las dos partes de han publicado online en <http://hyper.ahajournals.org> en Diciembre de 2004.

Esta declaración será publicada conjuntamente en *Circulation* (8 de Febrero de 2005).

© 2004 American Heart Association, Inc.

Hypertension está disponible en <http://www.hypertensionaha.org>

Clasificación/subtipos de hipertensión	145
Clasificación del Séptimo Informe del <i>Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure</i>	145
Hipertensión sistólica aislada	145
Hipertensión sistólica aislada en el joven	145
Hipertensión diastólica aislada	146
Hipertensión de bata blanca o hipertensión aislada en la consulta	146
Hipertensión enmascarada o hipertensión ambulatoria aislada	146
Pseudohipertensión	146
Hipotensión ortostática o postural	146
Métodos de determinación de la presión arterial	147
El método auscultatorio - esfigmomanómetros de mercurio, aneroides e híbridos	147
La técnica oscilométrica	148
El método de manguito digital de Penaz	148
Técnicas de ultrasonidos	148
Tonometría	149
Ubicación de la determinación: brazo, muñeca, dedo	149
Validación de los dispositivos de determinación de la presión arterial	149
Determinación de la presión arterial en la clínica o la consulta	150
Preparación del individuo	150
Elección del dispositivo de determinación de la presión arterial	150
Tamaño del manguito	150
Efectos de la posición corporal	151
Efectos de la posición del brazo	151
Diferencias entre los 2 brazos	151
Colocación del manguito y el estetoscopio	152
Sistema de hinchado/deshinchado	152
Observador	152
Número de determinaciones	153
Métodos automatizados	153
El efecto de bata blanca y las diferencias de determinación de presión arterial entre médicos y enfermeros	153
Formación de los observadores	153
Competencias necesarias	153
Formación	154
Evaluación de los observadores	154
Repetición de la formación	154
Determinación de la presión arterial en otros contextos	154
Asistencia aguda	154
Lugares públicos	155
Determinación realizada por el propio paciente	155
Tipos de dispositivos	155
Aplicaciones clínicas	155
¿Cuál es la presión arterial domiciliar normal?	156
Trascendencia pronóstica	156
Telemonitorización	156
Determinación ambulatoria de la presión arterial	156
Tipos de dispositivo	156
Aplicaciones clínicas	156
¿Qué es una PAA normal?	157
Trascendencia pronóstica	157
Registro de presión arterial en situaciones especiales	157
Pacientes ancianos	157
Síndromes de abolición del pulso	157
Arritmias	158
Pacientes obesos	158
Niños	158
Mujeres embarazadas	159
Resumen y recomendaciones	159
Bibliografía	160

Han transcurrido diez años desde la presentación de la última versión de las recomendaciones para la determinación de la presión arterial de la *American Heart Association* (AHA), y en este tiempo se han producido cambios importantes en la forma en la que se determina la presión arterial en la práctica clínica y en la investigación; este documento constituye pues una modificación radical respecto a las versiones anteriores. La determinación de la presión arterial continúa siendo una de las más importantes de la medicina clínica y es aún una de las que se realizan de manera más inexacta. La hipertensión constituye un importante factor de riesgo para la enfermedad coronaria, el ictus y la insuficiencia renal, y afecta a aproximadamente una tercera parte de la población norteamericana. La versión más reciente de las recomendaciones del *Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure* (JNC) ha llamado la atención respecto al trastorno de “prehipertensión”, es decir, los individuos con valores de presión arterial situados en el extremo superior del intervalo de valores normales, que se da en otra cuarta parte de la población adulta. Recientemente se ha reducido el valor de presión utilizado como objetivo para los pacientes que utilizan un tratamiento antihipertensivo, cuando existe una diabetes o una nefropatía¹. Por consiguiente, cada vez es más importante poder detectar pequeñas diferencias de la presión arterial.

El patrón de referencia para la determinación clínica de la presión arterial han sido siempre las lecturas obtenidas por profesionales de la salud adecuadamente preparados, utilizando un esfigmomanómetro de mercurio y la técnica de los ruidos de Korotkoff, pero cada vez hay más datos que indican que esta técnica puede llevar a una clasificación errónea como hipertensos de un gran número de individuos y también a una falta de apreciación de que la presión arterial puede ser normal cuando se determina en el contexto de la clínica pero estar elevada en otros momentos en algunos individuos. Existen tres causas principales de este hecho: (1) las inexactitudes en los métodos, evitables en algunos casos; (2) la variabilidad intrínseca de la presión arterial; y (3) la tendencia de la presión arterial a aumentar en presencia de un médico (el denominado efecto de bata blanca).

Numerosos estudios han demostrado que tanto los médicos como otros profesionales de la salud rara vez siguen las directrices establecidas para la determinación de la presión arterial. Sin embargo, cuando lo hacen, las lecturas presentan una correlación mucho más estrecha con medidas de la presión arterial más objetivas que las lecturas habituales en la clínica. En general se acepta que las lecturas convencionales en la clínica, si se hacen correctamente, constituyen un indicador indirecto de la presión arterial real del paciente, que se concibe como un valor medio a lo largo de períodos de tiempo prolongados, y que se cree que es el componente más importante de la presión arterial al determinar sus efectos adversos. Las lecturas habituales en la clínica proporcionan una muy mala estimación de este valor, no sólo por la mala técnica utilizada sino también porque habitualmente incluyen tan sólo 1 ó 2 determinaciones, y la variabilidad de la presión entre latido y latido es tal que un pequeño número de lecturas sólo pueden proporcionar una estimación aproximada del valor medio.

Puede haber 3 medidas de la presión arterial que contribuyan a los efectos adversos de la hipertensión. La primera es el valor medio, la segunda es la variación diurna y la tercera es la variabilidad a corto plazo. En la actualidad, la determinación de la presión arterial que está más claramente relacionada con los episodios de morbilidad es el valor medio, aunque también es cierto que cada vez hay más datos que sugieren que los pacientes hipertensos cuya presión se mantiene elevada por la noche (*nondippers*) presentan un riesgo de morbilidad cardiovascular superior al de los pacientes en los que esto no sucede (*dippers*)². Existe menos información para definir la significación clínica de la variabilidad de la presión arterial aunque se ha sugerido que constituye un factor de riesgo para la morbilidad cardiovascular.

La identificación de estas limitaciones de las lecturas tradicionales en la clínica ha conducido a 2 desarrollos paralelos: en primer lugar, el uso creciente de determinaciones realizadas fuera de la clínica, que evitan el carácter poco representativo del contexto de la clínica y permitan además realizar un mayor número de lecturas; y en segundo lugar, el mayor uso de dispositivos automáticos, que se emplean tanto en la consulta como fuera de ella. Esta menor dependencia de las lecturas tradicionales se ha visto acelerada por el hecho de que el mercurio está siendo prohibido en muchos países aunque continúa existiendo una incertidumbre respecto a qué se utilizará para sustituirlo. Los principales competidores son los dispositivos aneroides y oscilométricos, utilizados ambos con una frecuencia creciente, pero que no han sido aceptados como igual de exactos que el de mercurio.

Epidemiología de la hipertensión

Visión general

La presión arterial es un factor de riesgo potente, uniforme e independiente para la enfermedad cardiovascular y la enfermedad renal. Según la *National Health And Nutrition Examination Survey* (NHANES), al menos 65 millones de norteamericanos adultos, es decir, casi una tercera parte de la población adulta de EEUU, presentan hipertensión, definida como una presión arterial sistólica ≥ 140 mm Hg, una presión arterial diastólica ≥ 90 mm Hg, y/o el uso actual de medicación antihipertensiva³. Otra cuarta parte de los adultos de EEUU presentan una presión arterial con valores de “prehipertensión”, es decir, una presión arterial de 120 a 139 mm Hg o una presión arterial diastólica de 80 a 89 mm Hg, que son valores situados por encima de la normalidad, aunque por debajo de las cifras de hipertensión⁴. La prevalencia de la hipertensión aumenta progresivamente con la edad, de tal manera que más de la mitad de los norteamericanos de edad igual o superior a 65 años presentan hipertensión.

Los datos de numerosos estudios epidemiológicos de observación aportan una evidencia convincente respecto a la relación directa existente entre presión arterial y enfermedad cardiovascular. En un reciente metaanálisis que combinó los datos de 61 estudios de observación prospectivos con un total de 958.074 adultos⁵, se observaron relaciones directas intensas entre presión arterial media y mortalidad vascular. Estas relaciones eran evidentes en los individuos de mediana edad y de edad avanzada. Es importante señalar que no se observó indicio alguno de la existencia de un umbral de presión arte-

TABLA 1. Clasificación de la hipertensión (JNC-7)

Clasificación de la PA	PAS mm Hg*	PAD mm Hg*
Normal	<120	<80
Prehipertensivo	120-139	80-89
Hipertensión en estadio 1	140-159	90-99
Hipertensión en estadio 2	≥160	≥100

*Clasificación determinada mediante la categoría de PA superior.

PA indica presión arterial; PAD, presión arterial diastólica; PAS, presión arterial sistólica.

rial, es decir, la mortalidad cardiovascular aumentaba progresivamente en todo el margen de valores de la presión arterial, incluyendo los valores prehipertensivos. Se ha calculado que ≈ 15% de las muertes por enfermedad coronaria relacionadas con la presión arterial se producen en individuos con valores prehipertensivos de presión arterial⁶.

En ensayos clínicos individuales y en metaanálisis de diversos ensayos se ha documentado de manera concluyente que el tratamiento con fármacos antihipertensivos reduce el riesgo de episodios cardiovasculares en los individuos hipertensos. Esta evidencia aporta datos claros a favor de los actuales intentos de identificar y tratar a los individuos con hipertensión, y de los intentos paralelos de identificar a los individuos con prehipertensión, que tienen un riesgo de hipertensión y de morbilidad relacionada con la presión arterial.

Presión arterial sistólica, diastólica y presión del pulso

Hay varias dimensiones de la presión arterial asociadas a un aumento de riesgo de enfermedad vascular. Las determinaciones realizadas en la clínica que predicen la enfermedad vascular son las de la presión arterial sistólica y diastólica, así como la presión arterial media y la presión del pulso. En varios estudios se ha intentado diferenciar la importancia relativa de estas determinaciones^{7,8}. A pesar del interés creciente por la presión del pulso, la mejor evidencia disponible en la actualidad continúa respaldando el uso de la presión arterial sistólica y diastólica como medio para clasificar a los individuos.

Importancia de la variabilidad de la presión arterial

Se ha sugerido que la variabilidad de la presión arterial puede ser un factor de riesgo independiente para la morbilidad cardiovascular, basándose en que los materiales biológicos son más vulnerables a la lesión como consecuencia de los cambios de presión que por los valores mantenidos de ésta. Hay muchas formas diferentes de expresar la variabilidad de la presión arterial, que van de los cambios latido a latido⁹ a los cambios a largo plazo entre distintas visitas en la consulta¹⁰. Aunque ha habido algunos estudios que han respaldado un papel patológico del aumento de la variabilidad^{10,11}, continúa sin estar claro en qué medida estos efectos adversos son una manifestación de una lesión más amplia de los órganos diana que deteriora la regulación barorrefleja de la presión arterial (y por tanto aumenta la variabilidad de ésta) y no un efecto directo de la propia variabilidad.

En el pasado se ha utilizado la denominación de “hipertensión lábil” para describir la presión arterial que muestra una variabilidad poco habitual, pero un uso más amplio de la monitorización ambulatoria ha demostrado que la labilidad de la presión arterial es la regla y no la excepción.

Clasificación/subtipos de hipertensión

Clasificación del Séptimo Informe del *Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure*

Los riesgos de salud atribuibles al aumento de la presión arterial en los adultos tienen un carácter continuo, y empiezan a 115/75 mm Hg¹². Se han establecido definiciones basadas en estos riesgos y en los efectos beneficiosos netos de salud demostrados con la reducción de la presión arterial. El Séptimo Informe del *Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure*¹ (JNC 7) ha mantenido la definición de la hipertensión a partir de los 140/90 mm Hg en los adultos de edad igual o superior a 18 años. La clasificación se basa en la media de 2 o más determinaciones de la presión arterial en sedestación, efectuadas de manera apropiada con un equipo adecuadamente mantenido, en 2 o más visitas en la consulta o la clínica. La hipertensión se ha dividido en los estadios 1 y 2 según se indica en la Tabla 1. El JNC 7 ha definido la presión arterial normal como un valor < 120 y < 80. Los valores intermedios, de 120 a 139 y de 80 a 89 mm Hg, se definen ahora como prehipertensión y establecen un grupo con riesgos de salud crecientes que presentan una progresión a la hipertensión clara.

Las recomendaciones actuales de la Organización Mundial de la Salud, la *International Society of Hypertension* y la *European Society of Hypertension/European Society of Cardiology* continúan dividiendo la hipertensión en estadio 2, considerando que el estadio 3 empieza en valores ≥ 180 y ≥ 110¹³. También consideran que los valores <120/< 80 son óptimos, los de 120 a 129/80 a 84 son normales, y los de 130 a 139/85 a 89 son normales altos. La clasificación basada en la autodeterminación o la determinación ambulatoria se describe en los correspondientes apartados de esta declaración.

Hipertensión sistólica aislada

Cuando los adultos envejecen, la presión arterial sistólica tiende a aumentar y la diastólica a disminuir. Cuando la presión arterial sistólica media es > 140 y la presión arterial diastólica es < 90, se clasifica al paciente como afectado por una hipertensión sistólica aislada. El aumento de la presión de pulso (sistólica-diastólica) y la presión sistólica predicen el riesgo y determinan el tratamiento¹⁴.

Hipertensión sistólica aislada en el joven

En los niños mayores y adultos jóvenes, a menudo varones, la combinación de un aumento rápido de la talla y arterias muy elásticas acentúa la amplificación normal de la onda de presión entre la aorta y la arteria humeral, dando lugar a una presión sistólica elevada en esta arteria, pero con una presión diastólica y media normales. Sin embargo, la presión sistólica aórtica es normal. Esta situación puede sospecharse mediante un análisis de la onda del pulso o determinaciones de la presión arterial intraaórtica¹⁵.

Hipertensión diastólica aislada

La hipertensión diastólica aislada, que se observa con mayor frecuencia en algunos adultos jóvenes, se define por una presión sistólica < 140 y una presión diastólica ≥ 90 . Aunque generalmente se cree que la presión diastólica es el mejor predictor del riesgo en los pacientes de menos de 50 años¹⁶, algunos estudios prospectivos de la hipertensión diastólica aislada han indicado que el pronóstico puede ser benigno¹⁷. No obstante, esta cuestión continúa siendo controvertida.

Hipertensión de bata blanca o hipertensión aislada en la consulta

En $\approx 15\%$ a 20% de los individuos con hipertensión en estadio I, la presión arterial puede estar elevada tan sólo de manera persistente en presencia de un profesional de la salud, en especial un médico. Cuando se realiza una determinación en otro lugar, incluso mientras el individuo está en el trabajo, la presión arterial no está elevada. Cuando se detecta este fenómeno en pacientes que no toman ninguna medicación, se le denomina hipertensión de bata blanca (HBB). La definición habitualmente utilizada es la de una elevación persistente de la presión arterial media en la consulta hasta un valor $> 140/90$ y una media de lecturas ambulatorias estando despierto $< 135/85$ mm Hg¹⁸. Aunque puede producirse a cualquier edad, es más frecuente en los varones y mujeres de edad más avanzada. El fenómeno que explica la HBB se denomina a menudo efecto de bata blanca, y se define como la diferencia entre la presión arterial en la consulta y la ambulatoria diurna; se da en la mayoría de los pacientes hipertensos. Su magnitud puede reducirse (pero no eliminarse) con el empleo de dispositivos oscilométricos estacionarios que determinan y analizan automáticamente una serie de determinaciones de la presión arterial a lo largo de 15 a 20 minutos, con el paciente en un entorno tranquilo en la consulta o en la clínica. A menudo hay otros factores de riesgo para la salud que deben tratarse adecuadamente. Su pronóstico se comenta con mayor detalle en el apartado sobre significación pronóstica en la determinación de la presión arterial ambulatoria. En algunos pacientes, la HBB puede progresar a una hipertensión mantenida clara, y todos ellos deben ser objeto de un seguimiento indefinido, con determinaciones de la presión arterial en la consulta y fuera de ella. El tratamiento con fármacos antihipertensivos puede reducir la presión arterial en la consulta, pero sin modificar la determinación ambulatoria¹⁹. Este patrón de observaciones sugiere que el tratamiento farmacológico de la HBB es menos beneficioso que el tratamiento de la hipertensión mantenida.

Hipertensión enmascarada o hipertensión ambulatoria aislada

Algo menos frecuente que la HBB pero más problemática de detectar es la situación inversa de una presión arterial normal en la consulta y valores elevados en otros lugares, por ejemplo, en el trabajo o en el hogar. El estilo de vida puede contribuir a producir esta situación, por ejemplo por el alcohol, tabaco, consumo de cafeína y actividad física fuera de la clínica/consulta. La lesión de órganos diana está relacionada con las elevaciones más prolongadas de la presión fuera de la consulta del médico y su presencia cuando la presión arterial es

normal en la consulta puede ser una pista para detectarlo²⁰. Existen también datos que indican que esos pacientes presentan un mayor riesgo²¹.

Pseudohipertensión

Cuando las arterias musculares periféricas adquieren una gran rigidez como consecuencia de una arteriosclerosis avanzada (a menudo con calcificación), el manguito debe alcanzar una presión superior para comprimir las. De manera excepcional generalmente en pacientes ancianos o en individuos con una diabetes o una insuficiencia renal crónica de larga evolución, esto puede resultar difícil. En estos casos puede palparse la arteria humeral o radial distalmente al manguito totalmente hinchado (signo de Osler positivo). En estos pacientes pueden utilizarse inadvertidamente dosis excesivas de medicaciones antihipertensivas, que darán lugar a hipotensión ortostática y otros efectos secundarios. Cuando se sospecha esta situación, puede obtenerse una determinación intraarterial de la presión en la arteria radial para verificarlo. La maniobra de Osler no es un método de detección fiable para la pseudohipertensión. Se observó en un 7,2% de 3.387 individuos de más de 59 años que fueron examinados para su posible inclusión en el *Systolic Hypertension in the Elderly Program* (SHEP), y fue más frecuente en los varones, en los individuos en los que se identificó una hipertensión y en los que tenían antecedentes de ictus²². Sin embargo, la maniobra de Osler puede ser positiva en ausencia de pseudohipertensión en una tercera parte de los individuos ancianos hospitalizados²³.

Hipotensión ortostática o postural

La hipotensión ortostática se define como una reducción de la presión arterial sistólica de al menos 20 mm Hg o 10 mm Hg en la presión arterial diastólica en un plazo de 3 minutos de bipedestación estando quieto¹⁵. Un método alternativo consiste en detectar una reducción similar al levantar la cabeza inclinándola hasta 60 grados. Puede ser asintomática o acompañarse de síntomas de aturdimiento, desmayo, mareo, visión borrosa, dolor de nuca y deterioro cognitivo. Los factores que afectan a esta respuesta a la postura son la ingestión de alimento, la hora del día, las medicaciones, la temperatura ambiental, la hidratación, la baja forma física, la bipedestación después de un ejercicio enérgico y la edad^{24,25}. Si es de carácter crónico, la reducción de la presión arterial puede formar parte de un fallo puro del sistema autónomo, una atrofia de sistemas múltiples, puede asociarse a un parkinsonismo o puede ser una complicación de la diabetes, el mieloma múltiple u otras disautonomías. Los pacientes con un fallo del sistema autónomo presentan una falta de control incapacitante de muchas funciones de este sistema. El principal fallo limitante de la vida cotidiana es la incapacidad de controlar el valor de la presión arterial, especialmente en los pacientes con hipotensión ortostática que tienen al mismo tiempo una hipertensión en decúbito supino. En estos pacientes, se producen grandes cambios y oscilaciones de la presión, con lo que aparece un desmayo por una hipotensión profunda al estar de pie y una hipertensión muy grave al estar en decúbito supino durante la noche. Es frecuente que, además, la frecuencia cardíaca sea fija. La hipertensión en decúbito supino comporta lesiones de órganos diana con peligro para la vida, como

hipertrofia ventricular izquierda, enfermedad coronaria, edema pulmonar *flash*, insuficiencia cardiaca, insuficiencia renal, ictus y muerte súbita (causada presumiblemente por una apnea central o arritmias cardíacas)²⁶⁻²⁸.

Métodos de determinación de la presión arterial

El método auscultatorio ha sido la base de la determinación clínica de la presión arterial desde que se mide este parámetro, pero está siendo sustituido gradualmente por otras técnicas más apropiadas para una determinación automatizada.

El método auscultatorio - esfigmomanómetros de mercurio, aneroides e híbridos

Resulta sorprendente que casi 100 años después de que se descubrieran y tras la posterior identificación de que su exactitud es limitada, la técnica de Korotkoff para la determinación de la presión arterial haya continuado utilizándose sin ninguna mejora sustancial. Se ocluye la arteria humeral con un manguito colocado alrededor de la parte alta del brazo, y se hincha por encima de la presión sistólica. A medida que se deshinchaba gradualmente el manguito, se restablece el flujo sanguíneo pulsátil y ello se acompaña de unos ruidos que pueden detectarse con un estetoscopio colocado sobre la arteria, inmediatamente pero debajo del manguito. Tradicionalmente, estos ruidos se han clasificado en las 5 fases siguientes: fase I, aparición de ruidos de golpeteo claros que corresponden a la aparición de un pulso palpable; fase II, los ruidos se hacen más suaves y prolongados; fase III, los ruidos son más secos e intensos; fase IV, los ruidos se amortiguan y son más suaves; y fase V, los ruidos desaparecen por completo. La quinta fase se registra pues como el último ruido audible.

Se cree que estos ruidos tienen su origen en una combinación del flujo sanguíneo turbulento y las oscilaciones de la pared arterial. Existe un consenso respecto a que el inicio de la fase I corresponde a la presión sistólica, pero tiende a infravalorar la cifra sistólica registrada en las determinaciones intraarteriales directas²⁹. La desaparición de los ruidos (fase V) corresponde a la presión diastólica pero tiende a producirse antes de la presión diastólica establecida con una determinación intraarterial directa²⁹. No se ha asignado ninguna significación clínica a las fases II y III.

El método de los ruidos de Korotkoff tiende a asignar unos valores de presión sistólica que son inferiores a los de la presión intraarterial, y unos valores diastólicos que son superiores^{30,31}. La amplitud de las discrepancias es considerable: un autor ha comentado que la diferencia entre los dos métodos podría llegar a ser de 25 mm Hg en algunos individuos³². En el pasado ha habido un desacuerdo respecto a si debía utilizarse la fase IV o la fase V de los ruidos de Korotkoff para el registro de la presión arterial, pero la fase IV tiende a ser superior aún a la fase V cuando se compara con la presión diastólica intraarterial real y es más difícil de identificar que la fase V. En la actualidad existe un consenso general respecto a que debe usarse la quinta fase, excepto en situaciones en las que la desaparición de los ruidos no puede determinarse de manera fiable, ya que son audibles incluso después de haber deshinchado por completo el manguito, por ejemplo, en mujeres embarazadas, pacientes con fístulas arteriovenosas (por

ejemplo, para hemodiálisis) e insuficiencia aórtica³³⁻³⁵. La mayor parte de los ensayos clínicos a gran escala que han evaluado los efectos beneficiosos del tratamiento de la hipertensión han utilizado la quinta fase.

En los pacientes de mayor edad, con una presión del pulso amplia, los ruidos de Korotkoff pueden llegar a ser inaudibles entre la presión sistólica y la diastólica, y reaparecen al continuar deshinchando el manguito. Este fenómeno se denomina vacío auscultatorio. En algunos casos, puede deberse a fluctuaciones de la presión intraarterial y es más probable que se produzca en individuos con lesiones de órganos diana³⁶. El vacío auscultatorio puede eliminarse a menudo elevando el brazo por encima de la cabeza durante 30 segundos antes de hinchar el manguito y llevándolo luego a la posición habitual para continuar con la determinación. Esta maniobra reduce el volumen vascular de la extremidad y mejora el flujo de entrada, con lo que se potencian los ruidos de Korotkoff. El vacío auscultatorio no es un problema en los métodos no auscultatorios.

Esfigmomanómetros de mercurio

El esfigmomanómetro de mercurio se ha considerado siempre el patrón de referencia para la determinación clínica de la presión arterial, pero es probable que esta situación cambie en un futuro próximo, como se ha comentado. El diseño del esfigmomanómetro de mercurio ha cambiado poco a lo largo de los últimos 50 años, excepto porque con las versiones modernas es menos probable que se derrame el mercurio en caso de caída. En principio, hay menos posibilidades de que algo falle en el esfigmomanómetro de mercurio que en otros dispositivos, y una de las características únicas de este aparato es su sencillez de diseño que hace que las diferencias de exactitud entre distintas marcas sean desdeñables, lo cual no puede decirse, ciertamente, de otros tipos de manómetros. Sin embargo, esto no debe motivar complacencia alguna. En un estudio de un hospital se observó que un 21% de los dispositivos tenían problemas técnicos que podían limitar su exactitud³⁷, mientras que más del 50% eran defectuosos³⁸. El esfigmomanómetro de cero aleatorio se diseñó para eliminar el sesgo del observador, pero ya no se comercializa.

Esfigmomanómetros aneroides

En estos dispositivos, la presión se registra con un sistema mecánico de fuelles de metal que se expanden a medida que aumenta la presión en el manguito y una serie de palancas que registran la presión en una escala circular. Este tipo de sistema no mantiene necesariamente su estabilidad a lo largo del tiempo, en especial si se maneja de forma brusca. En consecuencia, son intrínsecamente menos exactos que los esfigmomanómetros de mercurio y requieren un calibrado a intervalos regulares. Los recientes avances en el diseño de los dispositivos aneroides pueden hacer que sean menos vulnerables a los daños mecánicos en las caídas. Los dispositivos colgados en la pared pueden ser menos vulnerables a los golpes y, por tanto, más exactos que los dispositivos móviles³⁹.

La exactitud de los manómetros varía en gran manera de un fabricante a otro. Así, en 4 estudios realizados en hospitales en los últimos 10 años se ha examinado la exactitud de los dispositivos aneroides y se han demostrado inexactitudes importantes, que van del 1%^{39,40} al 44%³⁷. Los pocos estudios que se

han realizado con dispositivos aneroides se han centrado en la exactitud del sistema de registro de presión, frente al grado de error del observador, que es probable que sea superior con los pequeños diales utilizados en muchos de estos dispositivos.

Esfigmomanómetros híbridos

Se han desarrollado dispositivos que combinan algunas de las características de los dispositivos electrónicos y auscultatorios, a los que se denomina esfigmomanómetros “híbridos”. Su característica fundamental es que la columna de mercurio es sustituida por un calibrador de presión electrónico, como los que se emplean en los dispositivos oscilométricos. La presión arterial se determina de la misma forma que con un dispositivo de mercurio o aneroides, por un observador que utiliza un estetoscopio y ausculta los ruidos de Korotkoff. La presión del manguito puede mostrarse en una columna de mercurio simulada, en forma de lectura digital, o con una presentación de aneroides simulada. En una versión de estos dispositivos, el manguito se deshincha de la forma normal, y cuando se ausculta la presión sistólica y diastólica, se pulsa un botón situado junto al mando de deshinchado, lo cual congela la presentación digital mostrando las presiones sistólica y diastólica. De esta forma puede reducirse al mínimo el efecto de preferencia de dígito terminal que constituye una importante fuente de error con los dispositivos de mercurio y aneroides. Es posible que el esfigmomanómetro híbrido sustituya al de mercurio, ya que combina algunas de las características más útiles de éste y de los dispositivos electrónicos a la espera de que estos últimos lleguen a ser lo suficientemente exactos como para ser utilizados sin necesidad de validación individual⁴¹.

La técnica oscilométrica

Marey demostró por primera vez en 1876⁴², y posteriormente se confirmó, que cuando las oscilaciones de la presión en un manguito de esfigmomanómetro se registran durante el deshinchado gradual, el punto de máxima oscilación corresponde a la presión intraarterial media^{43,44}. Las oscilaciones empiezan muy por encima de la presión sistólica y continúan por debajo de la diastólica, de manera que la presión sistólica y diastólica sólo pueden estimarse indirectamente mediante algún algoritmo establecido empíricamente. Una ventaja de este método es que no es necesario colocar ningún transductor sobre la arteria humeral, con lo que la colocación del manguito no tiene una importancia crucial. Otras posibles ventajas del método oscilométrico para la monitorización ambulatoria son que es menos sensible al ruido externo (pero no a la vibración mecánica de baja frecuencia) y que el manguito puede ser retirado y vuelto a colocar por el propio paciente, por ejemplo para ducharse. El principal problema de esta técnica es que la amplitud de las oscilaciones depende de diversos factores aparte de la presión arterial, el más importante de los cuales es la rigidez de las arterias. Así, en individuos ancianos con arterias rígidas y una presión del pulso amplia, puede infravalorarse de manera importante la presión arterial media⁴⁵. Los algoritmos utilizados para detectar las presiones sistólica y diastólica son diferentes en cada dispositivo y no son hechos públicos por los fabricantes. Las diferencias entre los diversos dispositivos se han puesto de manifiesto de manera notable en estudios en los que se han utilizado ondas de presión simula-

das, en los que una presión sistólica de 120 mm Hg se registró con un valor de tan sólo 110 o de hasta 125 mm Hg⁴⁶ con distintos dispositivos. Otro inconveniente es que estos dispositivos de registro no funcionan bien durante la actividad física, en la que puede haber importantes artefactos motivados por el movimiento. Además, los manguitos se deshinchaban con una velocidad específica para cada fabricante, partiendo del supuesto de un pulso regular entre los pasos sucesivos de este deshinchado como parte de los algoritmos utilizados para determinar la presión sistólica y diastólica.

La técnica oscilométrica se ha utilizado con éxito en los aparatos de monitorización ambulatoria de la presión arterial y en los de monitorización domiciliaria. Las comparaciones de diferentes modelos comerciales con las determinaciones intraarteriales y las realizadas con los ruidos de Korotkoff ha puesto de manifiesto una coincidencia generalmente buena⁴⁷⁻⁴⁹, pero los resultados han sido mejores con los aparatos de monitorización ambulatoria que con los dispositivos más baratos comercializados para un uso domiciliario. En la actualidad se comercializan también dispositivos oscilométricos para la realización de determinaciones múltiples en el contexto de la clínica.

El método de manguito digital de Penaz

Este interesante método fue desarrollado por primera vez por Penaz⁵⁰ y se basa en el principio de la “pared arterial sin carga”. Se detecta la pulsación arterial en un dedo mediante un fotopletismógrafo bajo un manguito de presión. La lectura del pletismógrafo se utiliza para controlar un servo-bucle, que cambia rápidamente la presión del manguito para mantener esa lectura constante, de manera que la arteria se mantiene en un estado de abertura parcial. Se miden las oscilaciones de la presión en el manguito y se ha observado que estos resultados se parecen a la onda de presión intraarterial en la mayor parte de individuos. Este método proporciona una estimación exacta de los cambios de la presión arterial sistólica y diastólica, aunque puede infravalorar (o sobrevalorar en algunos individuos) estos valores, en comparación con las presiones de la arteria humeral⁵⁰; el manguito puede mantenerse hinchado durante hasta 2 horas. Actualmente se comercializa en los registradores Finometer (anteriormente denominado Finapres) y Portapres, y ha sido validado en varios estudios mediante la comparación con la presión intraarterial^{51,52}. El Portapres permite obtener lecturas durante 24 horas, mientras el individuo realiza una actividad ambulatoria, aunque resulta algo molesto⁵³.

En su forma actual, este método no es adecuado para el uso clínico, debido a su coste, incomodidad y relativa inexactitud en la determinación de los valores absolutos de la presión arterial. Su mayor utilidad está en los estudios de investigación, en los que se determinan los cambios a corto plazo de la presión arterial y su variabilidad. Los dispositivos de monitorización de presión arterial digital existentes en las farmacias no utilizan este método.

Técnicas de ultrasonidos

Los dispositivos que incorporan esta técnica utilizan un transmisor y receptor de ultrasonidos colocado sobre la arteria humeral bajo el manguito del esfigmomanómetro. A medida

que se deshincha el manguito, el movimiento de la pared arterial a la presión sistólica causa un desplazamiento de la fase Doppler en el ultrasonido reflejado, y se registra la presión diastólica como el punto en el que se produce una disminución del movimiento arterial⁵⁴. Otra variante de este método detecta el inicio del flujo sanguíneo que se ha observado que es de especial utilidad para determinar la presión sistólica en lactantes y niños⁵⁵.

En los pacientes con unos ruidos de Korotkoff muy débiles (por ejemplo, las personas con atrofia muscular), la colocación de una sonda Doppler sobre la arteria humeral puede ser útil para detectar la presión sistólica, y esa misma técnica puede utilizarse para determinar el índice tobillo-brazo, en el que se comparan las presiones sistólicas existentes en la arteria humeral y la arteria tibial posterior, con objeto de obtener un índice de la arteriopatía periférica.

Tonometría

El principio de esta técnica es que, cuando una arteria es comprimida parcialmente contra un hueso, las pulsaciones son proporcionales a la presión intraarterial. Esto se ha desarrollado para la determinación de la presión arterial en la muñeca, ya que la arteria radial está situada justo encima del radio⁵⁶. Sin embargo, el transductor debe estar situado directamente encima del centro de la arteria; por consiguiente, la señal es muy sensible a la colocación. Esto se ha abordado con el empleo de una serie de transductores colocados en toda la arteria. Aunque la técnica se ha desarrollado para la monitorización de la presión en la muñeca latido a latido, requiere un calibrado en cada paciente y no es apropiado para un uso clínico sistemático.

Otra aplicación es la tonometría de aplanamiento, en la que un único transductor se coloca manualmente sobre la arteria radial para registrar la forma de onda de la presión mientras se determinan las presiones sistólica y diastólica en la arteria humeral. Esta técnica se ha utilizado para determinar la presión aórtica central. El fundamento es que la presión arterial a la altura de la raíz aórtica es diferente de la presión de la arteria humeral, y que esta diferencia varía en función de diversas variables fisiológicas y patológicas. Cabría esperar, pues, que la presión aórtica predijera los episodios cardiacos con mayor exactitud que la presión arterial humeral. La forma de la onda de presión en el árbol arterial viene dada por una combinación de la onda incidente y la onda reflejada procedente de la periferia. En los individuos hipertensos y los que tienen arterias rígidas, la onda de presión sistólica en la aorta y la arteria humeral es potenciada por un pico sistólico tardío, que puede atribuirse a un reflejo de la onda y que no se observa en las arterias más periféricas como la arteria radial. Utilizando un análisis de Fourier, es posible determinar la onda de presión aórtica central a partir del registro de la arteria radial. Sin embargo, las comparaciones con la presión aórtica registrada de manera directa durante un cateterismo cardiaco han mostrado una considerable dispersión entre los valores estimados y los reales⁵⁷, por lo que esta técnica no puede recomendarse todavía para la práctica clínica habitual.

Ubicación de la determinación: brazo, muñeca, dedo

La ubicación estándar para la determinación de la presión arterial es la parte superior del brazo, con el estetoscopio

colocado en el pliegue del codo, sobre la arteria humeral, aunque también puede realizarse en otras varias localizaciones. Se han popularizado los dispositivos de determinación de la presión en la muñeca y en los dedos de la mano, pero es importante tener en cuenta que las presiones sistólica y diastólica difieren considerablemente en distintos lugares del árbol arterial. En general, la presión sistólica aumenta en las arterias más distales, mientras que la diastólica disminuye. La presión arterial media se reduce tan sólo en 1 ó 2 mm Hg entre la aorta y las arterias periféricas⁵⁸.

Dispositivos de muñeca

Los dispositivos de muñeca tienen las ventajas de su tamaño inferior al de los dispositivos de brazo y de que pueden usarse en individuos obesos, ya que el diámetro de la muñeca se ve poco afectado por la obesidad. Un posible problema es el error sistemático introducido por el efecto hidrostático de las diferencias de posición de la muñeca respecto al corazón⁵⁹. Esto puede evitarse si se coloca siempre la muñeca a la altura del corazón al realizar las lecturas, pero no hay forma de saber retrospectivamente si se ha hecho así al revisar una serie de lecturas. En la actualidad existen dispositivos que sólo registran una lectura cuando el aparato está situado a la altura del corazón. Los dispositivos de muñeca tienen grandes posibilidades, pero será necesaria una evaluación más detallada⁶⁰.

Dispositivos digitales

Los dispositivos digitales han sido hasta ahora poco exactos y no se recomienda su uso⁶¹.

Validación de los dispositivos de determinación de la presión arterial

Todos los dispositivos utilizados en el ámbito clínico deben ser estudiados para determinar su exactitud. Ello comporta dos pasos. En primer lugar, todos los dispositivos oscilométricos automáticos que proporcionan lecturas de la presión sistólica y diastólica deben ser valorados por investigadores independientes mediante protocolos de validación formales. Los 2 protocolos originales que obtuvieron una más amplia aceptación fueron los desarrollados por la *Association for the Advancement of Medical Instrumentation* (AAMI) en 1987 y por la *British Hypertension Society* (BHS) en 1990, con revisiones posteriores de ambos en 1993, y del de la AAMI en 2002⁶². En estos protocolos se exige la prueba del dispositivo por parte de 2 observadores con la formación adecuada en 85 individuos, lo cual hace que los estudios de validación sean difíciles de realizar. Una consecuencia de ello ha sido que continúa habiendo en el mercado muchos dispositivos que no han sido suficientemente validados. Más recientemente, un grupo internacional de expertos que formaban parte del *European Society of Hypertension Working Group on Blood Pressure Monitoring* ha elaborado un Protocolo Internacional que podría sustituir a las dos versiones anteriores⁶³ y que es más fácil de realizar. Brevemente, este protocolo exige la comparación de las lecturas del dispositivo (4 en total) de manera alterna con 5 lecturas con mercurio realizadas por 2 observadores adecuadamente preparados. Se recomienda la aprobación de los dispositivos cuando las lecturas sistólicas y diastólicas obtenidas difieren en menos

de 5 mm Hg de cada otra lectura en al menos un 50% de las determinaciones.

Se recomienda utilizar en la práctica clínica tan sólo los dispositivos que han superado estas pruebas u otras similares. Sin embargo, el hecho de que un dispositivo haya superado una prueba de validación no significa que vaya a proporcionar lecturas exactas en todos los pacientes. Puede haber un número considerable de individuos en los que el error sea uniformemente superior a 5 mm Hg con un dispositivo que haya superado las pruebas⁶⁴. Esto puede ser más probable en los ancianos⁶⁵ y en los pacientes diabéticos⁶⁶. Por este motivo, se recomienda que cada dispositivo oscilométrico sea validado en cada paciente antes de aceptar las lecturas. No se ha desarrollado todavía un protocolo formal para hacerlo pero si se toman las lecturas secuenciales realizadas con un esfigmomanómetro de mercurio y el dispositivo, pueden detectarse las inexactitudes importantes.

Otro problema es que los fabricantes pueden cambiar el número del modelo después de haber probado un dispositivo, sin indicar si se ha modificado o no el algoritmo de determinación.

Con los dispositivos no automáticos como los de mercurio y los aneroides, se recomienda revisar la exactitud de los mecanismos de registro de la presión. En el caso de los esfigmomanómetros de mercurio, esto implica comprobar que la curva superior del menisco de la columna de mercurio está en 0 mm Hg, que no hay suciedad en la columna y que ésta asciende y desciende libremente al hinchar y deshinchar el manguito.

Los dispositivos aneroides y otros dispositivos no basados en el uso de mercurio deben ser revisados mediante su conexión al manómetro de columna de mercurio o a un dispositivo de prueba electrónico con un tubo en Y. La aguja indicadora debe mantenerse en el punto del cero antes de hinchar el manguito y debe registrar una lectura que esté en un margen de 4 mm Hg respecto a la columna de mercurio cuando se hincha el manguito a presiones de 100 y 200 mm Hg. La aguja indicadora debe volver al cero tras haber deshinchado el manguito.

Determinación de la presión arterial en la clínica o la consulta

La determinación auscultatoria exacta de la presión arterial en la consulta es el fundamento del diagnóstico y el tratamiento de la hipertensión, y ha sido el método estándar utilizado en la mayor parte de ensayos epidemiológicos y de tratamiento importantes durante los últimos 50 años. Sin embargo, cada vez está más claro que, tal como se utiliza en la práctica clínica cotidiana, tiene importantes limitaciones. Así, los estudios de dispositivos de mercurio realizados en la práctica clínica han mostrado que se producen con frecuencia defectos mecánicos⁶⁷, y los médicos rara vez siguen las directrices oficiales para su uso⁶⁷. A esto se añade el fenómeno del efecto de bata blanca, que hace que la presión arterial registrada pueda no ser representativa de la presión arterial real del paciente.

Preparación del individuo

Hay diversos factores relacionados con el individuo que pueden causar desviaciones significativas de la presión arterial registrada. Entre ellos se encuentran la temperatura ambiente,

el ejercicio, el consumo de alcohol o nicotina, la posición del brazo, la tensión muscular, la distensión vesical, el hecho de hablar y el ruido de fondo²⁸. Debe indicarse al individuo que se quite toda la ropa que cubra la zona de colocación del manguito. Debe sentarse cómodamente, sin cruzar las piernas, y con la espalda y el brazo apoyados, de tal manera que la parte media del manguito situado en la parte superior del brazo esté a la altura de la aurícula derecha (el punto medio del esternón). Las determinaciones realizadas mientras el paciente está tendido en una camilla de exploración no cumplen estos criterios, y deben realizarse preferiblemente con el paciente sentado en una silla. En la visita inicial, debe determinarse la presión arterial en ambos brazos. Debe indicarse al paciente que se relaje lo más posible y que no hable durante la determinación; lo ideal es que transcurran 5 minutos antes de realizar la primera lectura.

Elección del dispositivo de determinación de la presión arterial

El "patrón de referencia" como dispositivo para la determinación de la presión arterial en la consulta ha sido el esfigmomanómetro de mercurio, pero estos aparatos están siendo retirados de la práctica clínica debido a la preocupación ambiental por la contaminación de mercurio⁶⁸. Los esfigmomanómetros de mercurio han sido prohibidos ya en los hospitales de la *Veterans Administration* de EEUU. Pueden ser útiles otros tipos de dispositivos utilizados en la consulta, tanto para sustituir a las lecturas tradicionales con aparatos de mercurio (por ejemplo, los esfigmomanómetros aneroides e híbridos) como para complementarlas (por ejemplo, dispositivos oscilométricos automáticos). Sin embargo, dado que en la actualidad no hay un sustituto ampliamente aceptado para los aparatos de mercurio, se recomienda que, si se dispone de ello, se utilice un esfigmomanómetro de mercurio con un mantenimiento adecuado, para las determinaciones habituales en la consulta. Los esfigmomanómetros de mercurio son cruciales para evaluar la exactitud de cualquier tipo de dispositivo no basado en el mercurio. Existen presurómetros que no son de mercurio y que se basan en transductores de presión electrónicos con lecturas digitales para el calibrado de los sistemas de detección de presión de los dispositivos aneroides u oscilométricos.

Tamaño del manguito

Von Recklinghausen observó en 1901 que el dispositivo de Riva Rocci para la determinación de la presión arterial sistólica exacta mediante palpación tenía un importante problema, su manguito de 5 cm de anchura⁶⁹.

Múltiples autores han demostrado que el error de la determinación de la presión arterial es mayor cuando el manguito es demasiado pequeño en relación con el perímetro del brazo del paciente⁷⁰⁻⁷⁶, en comparación con lo que ocurre cuando es demasiado grande. Los datos epidemiológicos previos de Gran Bretaña⁷⁷ e Irlanda⁷⁸ han sugerido que son infrecuentes los perímetros del brazo superiores a 34 cm. Los datos de la NHANES III y la NHANES 2000 han indicado lo contrario en EEUU. En este último país, durante el período 1988 a 2000, se ha producido un aumento significativo del perímetro medio del brazo y un aumento de la frecuencia de perímetros > 33 cm, como consecuencia del aumento de peso en la pobla-

ción norteamericana⁷⁹. Esto no debe extrañar, ya que la prevalencia de la obesidad en EEUU ha aumentado del 22,9% en la NHANES III (1988 a 1994) a más de un 30% en 2000⁸⁰. Se obtuvieron también datos similares respecto a la mayor frecuencia de perímetros del brazo más grandes en un estudio de una consulta de referencia de pacientes hipertensos, en la que hubo un sorprendente 61% de individuos con un perímetro del brazo ≥ 33 cm en un total de 430 individuos⁸¹. Es esencial apreciar la creciente necesidad del manguito “de tamaño grande de adulto”, o incluso del manguito de muslo, para la determinación exacta de la presión arterial, ya que en la práctica clínica es frecuente que sólo se disponga del tamaño de adulto estándar⁸². Y lo que es más importante, se ha demostrado que el error más frecuente en la determinación de la presión arterial en clínicas ambulatorias es el uso de un manguito erróneo, que en el 84% de los casos consiste en utilizar un manguito de tamaño insuficiente para el brazo⁸³.

El manguito “ideal” debe tener una longitud de la bolsa que sea como mínimo del 80% y una anchura de al menos un 40% del perímetro del brazo (un cociente longitud/anchura de 2:1). En un reciente estudio de comparación de las determinaciones intraarteriales y auscultatorias de la presión arterial se llegó a la conclusión de que el error se reduce al mínimo con una anchura del manguito que sea de un 46% del perímetro del brazo⁸⁴. Los tamaños de manguito recomendados son los siguientes:

- Para un perímetro del brazo de 22 a 26 cm, el manguito debe ser del tamaño de “adulto pequeño”: 12×22 cm.
- Para un perímetro del brazo de 27 a 34 cm, el manguito debe ser del tamaño de “adulto”: 16×30 cm.
- Para un perímetro del brazo de 35 a 44 cm, el manguito debe ser del tamaño de “adulto grande”: 16×36 cm.
- Para un perímetro del brazo de 45 a 52 cm, el manguito debe ser del tamaño de “muslo de adulto”: 16×42 cm.

Se indican los cocientes óptimos de anchura y longitud para el perímetro del brazo en los manguitos de adulto pequeño y de adulto estándar. Para los manguitos de adulto grande y de muslo de adulto, el cociente ideal de anchura de un 46% del perímetro del brazo no es práctico, ya que comportaría una anchura de 20 cm y 24 cm, respectivamente. Estas anchuras implicarían un manguito que no sería utilizable clínicamente en la mayor parte de los pacientes, por lo que, para los manguitos más grandes, debe aceptarse un cociente de anchura respecto al perímetro del brazo inferior al ideal. El cociente ideal de longitud respecto al perímetro del brazo se mantiene en los 4 manguitos.

En la práctica, el clínico puede apreciar con facilidad la anchura de la bolsa, pero a menudo no es fácil apreciar la longitud de ésta, puesto que está dentro del manguito. La cuestión se complica aún más para el clínico al no haber unos patrones estándar para los fabricantes de los diferentes tamaños del manguito de presión arterial. Esto ha llevado a la existencia de diferencias importantes en la forma de medir con exactitud el perímetro del brazo para los manguitos de tamaño adulto estándar y adulto grande de cada fabricante.

Debe etiquetarse los diversos manguitos con el intervalo de valores de perímetro del brazo en los que pueden aplicarse

correctamente, preferiblemente con línea que indiquen si el tamaño del manguito es apropiado al colocarlo alrededor del brazo. En los pacientes con una obesidad mórbida, habrá un perímetro del brazo muy grande con una longitud corta de la parte superior del brazo. Esta geometría no permite a menudo el uso de un manguito correcto, ni siquiera con el empleo de un manguito de muslo. En estos casos, el clínico debe determinar la presión arterial con un manguito colocado en el antebrazo y auscultando los ruidos sobre la arteria radial (aunque con ello puede sobrevalorarse la presión arterial sistólica)⁸⁵ o debe utilizar un dispositivo de determinación de la presión en la muñeca validado, colocándolo a la altura del corazón^{86,87}.

Efectos de la posición corporal

La determinación de la presión arterial se realiza la mayor parte de las veces estando sentado o en decúbito supino, pero estas dos posiciones dan lecturas diferentes. Está ampliamente aceptado que la presión diastólica determinada estando sentado es superior a la que se obtiene en decúbito supino (en ≈ 5 mm Hg), aunque existe un menor acuerdo respecto a la presión sistólica⁸⁸. Si se ajusta meticulosamente la posición del brazo, de manera que el manguito esté a la altura de la aurícula derecha en ambas posiciones, se ha descrito que la presión sistólica es 8 mm Hg más alta en decúbito supino que en la posición vertical⁸⁹.

Otras consideraciones a tener en cuenta son la posición de la espalda y de las piernas. Si la espalda no está apoyada (como ocurre cuando el paciente está sentado en la camilla de exploración en vez de en una silla), la presión diastólica puede aumentar en 6 mm Hg⁹⁰. El hecho de tener las piernas cruzadas puede aumentar la presión sistólica en 2 a 8 mm Hg⁹¹.

En la posición de decúbito supino, la aurícula derecha se encuentra aproximadamente a mitad de camino entre la cama y la altura del esternón⁹²; por consiguiente, si el brazo está apoyado en la cama, estará por debajo de la altura del corazón. Por este motivo, las determinaciones realizadas en decúbito supino se realizan colocando el brazo sobre una almohada. Estando sentado, la altura de la aurícula derecha está en el punto medio del esternón o en el cuarto espacio intercostal.

Efectos de la posición del brazo

La posición del brazo puede tener una importante influencia al determinar la presión arterial; si la parte superior del brazo está por debajo de la altura de la aurícula derecha (cuando el brazo cuelga estando sentado), las lecturas serán demasiado altas. De igual modo, si el brazo está por encima de la altura del corazón, las lecturas serán demasiado bajas. Estas diferencias pueden atribuirse a los efectos de la presión hidrostática⁵⁹ y pueden ser de 10 mm Hg o más⁹³ o de 2 mm Hg por cada pulgada (2,54 cm) por encima o por debajo de la altura del corazón.

Entre otros factores fisiológicos que pueden influir en la presión arterial durante el proceso de determinación se encuentra la tensión muscular. Si el paciente mantiene el brazo (en vez de que lo sostenga el observador), el ejercicio isométrico hará aumentar la presión.

Diferencias entre los 2 brazos

En varios estudios se ha comparado la presión arterial medida en ambos brazos, la mayor parte de las veces utilizando una

técnica auscultatoria. Casi todos ellos han descrito diferencias notables, pero no hay un patrón claramente definido. Así la diferencia no parece venir dada por el hecho de que el paciente sea diestro o zurdo⁹⁴. Uno de los estudios más amplios se realizó en 400 individuos con el empleo de determinaciones simultáneas con dispositivos oscilométricos, y no observó diferencias sistemáticas entre los 2 brazos, pero en un 20% de los individuos había diferencias de más de 10 mm Hg⁹⁴. Aunque estas observaciones son preocupantes, no está claro en qué medida las diferencias fueron uniformes y reproducibles, en vez de reflejar la variabilidad intrínseca de la presión arterial. No obstante, se recomienda determinar la presión arterial en ambos brazos en la primera exploración. Ello puede ser útil para detectar una posible coartación de la aorta o una obstrucción arterial en la extremidad superior. Cuando existe una diferencia uniforme entre los dos brazos, debe utilizarse el brazo con una presión superior. En las mujeres a las que se ha practicado una mastectomía, puede determinarse la presión arterial en ambos brazos, a menos que exista un linfedema.

Colocación del manguito y el estetoscopio

La colocación del manguito debe ir precedida de la elección del tamaño de manguito apropiado para el perímetro del brazo del individuo. El observador debe palpar primero la arteria humeral en la fosa antecubital y colocar la línea media de la bolsa del manguito (habitualmente marcada en la superficie del manguito por el fabricante) de tal manera que se encuentra sobre la pulsación arterial en el brazo desnudo del paciente. No debe remangarse la manga de tal manera que se produzca un efecto de torniquete por encima del manguito de presión arterial. El extremo inferior del manguito debe estar 2 ó 3 cm por encima de la fosa antecubital para dejar espacio para la colocación del estetoscopio. Sin embargo, el manguito que deja este espacio tiene una longitud de la bolsa que no rodea suficientemente el brazo (al menos el 80%), debe usarse un manguito más grande, aun teniendo en cuenta que si el manguito toca el estetoscopio, se generarán artefactos de ruido. A continuación se ajusta el manguito de manera cómoda alrededor del brazo desnudo. Ni el observador ni el paciente deben hablar durante la determinación. Los ruidos de Korotkoff de fase I (sistólico) y de fase V (diastólico) se oyen mejor con la campana del estetoscopio colocada sobre la arteria humeral palpada en la fosa antecubital, aunque algunos estudios han indicado que la diferencia es escasa^{90,95} al utilizar la campana o el diafragma. La clave para una buena determinación es el uso de un estetoscopio de alta calidad, con un tubo corto, puesto que los modelos baratos pueden carecer de buenas propiedades de transmisión tonal para una determinación auscultatoria exacta.

Sistema de hinchado/deshinchado

La determinación indirecta de la presión arterial exige que la oclusión de la arteria humeral se produzca mediante un hinchado y deshinchado graduales de un manguito del tamaño apropiado. Los tubos que van del dispositivo al manguito deben tener una longitud suficiente (70 cm o más) para permitir su buen funcionamiento en el contexto de una consulta. El hinchado y deshinchado satisfactorios requieren un sistema estanco al aire; es necesario realizar de manera continuada

una inspección y mantenimiento de los tubos de conexión para identificar el posible deterioro de la goma (agrietado) y la válvula de liberación. Debe hincharse el manguito inicialmente hasta al menos 30 mm Hg por encima del punto en el que se desaparece el pulso radial. La rapidez del deshinchado tiene un efecto importante sobre la determinación de la presión arterial. El deshinchado a más de 2 mm por segundo puede causar una infravaloración importante de la presión sistólica y una sobrevaloración de la diastólica. Los dispositivos automáticos con una velocidad de deshinchado lineal puede aportar una mejor exactitud en las circunstancias más habituales, en comparación con los dispositivos automáticos con un deshinchado escalonado. Se recomienda una velocidad de deshinchado de 2 a 3 mm Hg por segundo (o por pulso cuando la frecuencia cardiaca es muy lenta)^{96,97}.

Puntos importantes a considerar en la determinación de la presión arterial en la clínica

- El paciente debe estar sentado cómodamente, con la espalda apoyada y la parte superior del brazo desnuda, sin ropa que la oprima. No deben cruzarse las piernas.
- El brazo debe estar apoyado a la altura del corazón, y la bolsa del manguito debe rodear al menos el 80% del perímetro del brazo.
- La columna de mercurio debe deshincharse a una velocidad de 2 a 3 mm/s, y deben tomarse el primero y el último sonidos audibles como valores de presión sistólica y diastólica. La lectura de la columna debe hacerse con una aproximación de 2 mm Hg.
- Ni el paciente ni el observador deben hablar durante la determinación.

Observador

El observador es el elemento más crucial de la determinación exacta de la presión arterial. Para una lectura exacta de ésta, el observador deberá (1) disponer de una formación adecuada en cuanto a las técnicas de determinación de la presión arterial; (2) utilizar un dispositivo exacto y con un mantenimiento adecuado; (3) identificar los factores relativos al individuo, como ansiedad o consumo reciente de nicotina, que puedan influir adversamente en las determinaciones de presión arterial; (4) colocar al individuo adecuadamente; (5) elegir el manguito correcto y la colocación adecuada de éste; y (6) realizar la determinación utilizando el método auscultatorio o el método oscilométrico automático y registrar con exactitud los valores obtenidos.

El error del observador constituye una limitación importante del método auscultatorio⁹⁸. Los errores sistemáticos conducen a un error intraobservador e interobservadores. La preferencia de dígito terminal es tal vez la manifestación más frecuente de la determinación no óptima de la presión arterial. Generalmente se recomienda que el observador realice la lectura de la presión arterial con una aproximación de 2 mm Hg, pero múltiples investigadores han descrito un exceso inadecuado en el registro del "cero" como último dígito en las determinaciones auscultatorias de la presión arterial realizadas en contextos clínicos y de investigación^{99,100}. El sesgo de dígito o prejuicio de dígito es especialmente frecuente

cuando el observador tiene presente un valor umbral específico para la presión arterial y, en función de las circunstancias, registra una presión inmediatamente por encima o por debajo de esa cifra. Un buen ejemplo de ello es el del *Syst-Eur Trial* en el que se observó tanto una preferencia por el cero elevado como un sesgo de dígito significativo para un valor de 148 mm Hg de presión sistólica, que era el umbral para el éxito del tratamiento en ese ensayo⁹⁵.

Número de determinaciones

Es bien sabido que el valor predictivo de múltiples determinaciones de la presión arterial es muy superior al de una sola lectura realizada en la consulta¹⁰¹. Una de las posibles ventajas de complementar las lecturas auscultatorias con las obtenidas con un dispositivo automático es la capacidad de obtener un mayor número de determinaciones. Cuando se toma una serie de lecturas, es habitual que la primera sea la más alta. Deben realizarse un mínimo de 2 determinaciones a intervalos de al menos 1 minuto, y debe usarse la media de esas lecturas para establecer la presión arterial del paciente. Si hay una diferencia de más de 5 mm Hg entre la primera y la segunda lectura, deben obtenerse otras lecturas adicionales (1 ó 2) y debe calcularse la media de estas múltiples lecturas.

Métodos automatizados

Los dispositivos oscilométricos automáticos para la determinación de la presión arterial se están utilizando de manera creciente en las determinaciones de la presión arterial en la consulta, así como en la monitorización ambulatoria y en el uso domiciliario. Cuando se emplean en la consulta, es habitual que las lecturas sean inferiores a las obtenidas por el médico o el enfermero. Las posibles ventajas de una determinación automatizada en la consulta son la eliminación del error de observador, con lo que se reduce al mínimo el efecto de bata blanca, y el aumento del número de lecturas. Los principales inconvenientes son el error inherente al método oscilométrico y el hecho de que la mayor parte de los datos epidemiológicos se basen en determinaciones auscultatorias de la presión arterial.

Los dispositivos automáticos brindan también la oportunidad de evitar la formación costosa y repetitiva de los profesionales de la salud en los métodos de auscultación, que es necesaria para evitar los errores del observador. Su empleo continúa exigiendo una cuidadosa evaluación del paciente en cuanto al consumo de cafeína o nicotina, la elección del tamaño de manguito correcto y la colocación adecuada del paciente, si se pretende obtener valores exactos de la presión arterial. En la actualidad se dispone de dispositivos que permiten obtener una serie secuencial de lecturas y establecer automáticamente un promedio.

El efecto de bata blanca y las diferencias de determinación de presión arterial entre médicos y enfermeros

Los estudios epidemiológicos iniciales de la hipertensión y el primer ensayo importante de tratamiento de la hipertensión (*VA Cooperative Study*) se realizaron utilizando las determinaciones de la presión arterial realizadas por médicos¹⁰²⁻¹⁰⁴. Posteriormente, en todos los ensayos importantes de trata-

miento de la hipertensión, se han utilizado las determinaciones de la presión arterial de un enfermero, "un observador con la formación adecuada" o un dispositivo automático. En los pacientes hipertensos (pero no necesariamente en los normotensos), la presión arterial registrada por un médico o un enfermero suele ser superior a la media de los valores diurnos, y a esta diferencia se la denomina con frecuencia efecto de bata blanca.

Además de esos efectos del entorno médico sobre la determinación de la presión arterial, se ha identificado una diferencia entre los valores de presión arterial determinados por un médico y los determinados por un enfermero en los mismos individuos. En el estudio más grande realizado sobre las diferencias de presión arterial determinada por médicos y enfermeros, se observó que un enfermero registraba unos valores medios de presión sistólica y diastólica significativamente inferiores a los registrados por un médico (con una diferencia de 6,3/7,9 mm Hg)¹⁰⁵. Esta diferencia no es producida por diferencias en la técnica, puesto que cuando se utilizan estetoscopios de doble auricular y el médico y el enfermero registran simultáneamente la presión arterial, la diferencia entre ellos es insignificante. Además, la presión arterial registrada por el enfermero suele estar más próxima que la presión registrada por el médico a la presión media diurna del paciente. Dado que la mayor parte de los ensayos de tratamiento de la hipertensión recientes se basan en las determinaciones de la presión arterial realizadas por enfermeros u otros profesionales, pero no por médicos, la diferencia de presión arterial en la consulta determinada por médicos y enfermeros sugiere que no debe emplearse de manera exclusivamente la presión determinada por el médico para el tratamiento habitual del individuo hipertenso.

Formación de los observadores

A medida que aumenta el número y el tipo de dispositivos de determinación de la presión arterial y la publicidad dirigida directamente al consumidor, se incrementa el número de individuos que realizan con más frecuencia determinaciones de la presión arterial. En los contextos sanitarios, los médicos, enfermeros, auxiliares de enfermería, estudiantes y farmacéuticos realizan determinaciones de la presión arterial y registran los valores obtenidos en la historia clínica del paciente. Fuera del ámbito médico, la presión arterial la determinan también los pacientes, los familiares y otras personas no profesionales. La formación proporcionada a los observadores no profesionales deben ser igual de amplia y similar a la recomendada para los profesionales de la salud en un contexto ambulatorio y de la comunidad¹⁰⁶. Con una formación cuidadosa, incluso los voluntarios no remunerados de encuestas de población amplias pueden determinar con exactitud la presión arterial¹⁰⁷. Sin embargo, incluso con los dispositivos automáticos más recientes, la exactitud de las lecturas sólo puede ser óptima si todos los observadores han recibido la formación adecuada de manera repetida y prestan atención al uso de las técnicas apropiadas.

Competencias necesarias

Antes de iniciar la formación, es preciso evaluar las competencias físicas y cognitivas de los posibles observadores que

son necesarias para aplicar el método. Las exigencias físicas son las siguientes:

- Vista. el observador debe ser capaz de ver el dial del manómetro o el menisco de la columna de mercurio a la altura de los ojos, sin tener que forzar la postura o estirarse, y debe ser capaz de realizar adecuadamente la lectura del esfigmomanómetro o la presentación digital a una distancia no superior a 3 pies (91,5 cm).
- Oído. El observador debe ser capaz de oír la aparición y desaparición de los ruidos de Korotkoff.
- Coordinación de ojo/mano/oído. Esto es necesario para el uso de los esfigmomanómetros de mercurio y aneroides, pero no para las nuevas tecnologías electrónicas.

Formación

Tradicionalmente, los profesionales de la salud reciben una formación para la determinación de la presión arterial en los cursos introductorios sobre exploración física. Pueden tener una clase en la que se utilice un vídeo sobre la forma de medir la presión arterial, algunas prácticas de laboratorio en las que se les muestra la forma de hacerlo y pueden practicarlo con sus compañeros, y pueden adquirir una experiencia supervisada en la determinación de la presión arterial de pacientes, posibles voluntarios de investigación o voluntarios de la comunidad. En los ensayos clínicos, los programas estandarizados con grabaciones audiovisuales que determinan de manera repetida la exactitud en la medición son extraordinariamente eficaces para la formación y la repetición de ésta. En cambio, este proceso no suele exigirse en contextos que no son de investigación.

En Internet puede obtenerse alguna información al respecto¹⁰⁸, y la *British Hypertension Society* dispone de un vídeo accesible en la red, que puede usarse para la formación y evaluación de los observadores¹⁰⁹.

Evaluación de los observadores

Pueden utilizarse cuestionarios en papel o entrevistas para evaluar el conocimiento de la metodología correcta para la determinación de la presión arterial. La evaluación de los observadores debe incluir una valoración de su conocimiento de los diferentes tipos de sesgo del observador, la técnica general y la interpretación de las determinaciones, incluyendo el conocimiento de la variabilidad normal de la presión arterial según la hora del día, el ejercicio, el momento de la toma de medicaciones antihipertensivas, etc. Los observadores deben conocer también cómo y cuándo notificar las determinaciones de la presión arterial recogidas en el hogar o en otros contextos al profesional de la salud encargado de la asistencia del paciente y del tratamiento de la hipertensión.

Los observadores deben conocer la necesidad de utilizar solamente equipamientos bien mantenidos y calibrados, utilizando un lugar silencioso, con la temperatura ambiental adecuada, una colocación correcta del individuo al que se determina la presión arterial y asegurándose de que éste no hable ni se mueva durante la determinación.

La pericia del observador deberá demostrarse mediante la evaluación de cuestiones como la colocación del paciente, la elección del tamaño de manguito adecuado, la obtención de

una determinación válida y fiable, el registro exacto de la lectura y la notificación adecuada de los resultados anormales.

Repetición de la formación

La técnica de determinación correcta de la presión arterial es difícil de mantener si no se presta una atención cuidadosa a todos los pasos del protocolo y se repite la formación. El patrón de referencia para repetir la formación ha sido establecido mediante ensayos clínicos multicéntricos, con financiación federal, sobre el tratamiento y el control de la hipertensión, en los que se exige una repetición de la formación de todos los encargados de determinar la presión arterial cada 6 meses. Esta repetición de la formación requiere una competencia en la elección del manguito, la colocación del paciente, el hecho de no hablar y la observación exacta del valor de presión arterial mediante la determinación auditiva o visual. Se utilizan cuatro métodos de valoración: grabaciones de prueba en audio-vídeo; lecturas simultáneas con 2 observadores adecuadamente formados mediante el empleo de conexiones de tubo en Y; una prueba escrita; y la observación directa. En los ensayos clínicos multicéntricos financiados por el *National Heart, Lung, and Blood Institute* (NLHBI) de EEUU, se asigna a un individuo experimentado la función de formador jefe central del ensayo, y se designa un formador jefe para cada centro. El formador jefe central se encarga de formar a los formadores jefes de los centros, y éstos forman a su vez a los observadores en cada centro. Este modelo podría reproducirse en los hospitales, en los contextos de asistencia ambulatoria y en los organismos de la comunidad. Se recomienda encarecidamente la repetición de la formación de todos los profesionales de la salud.

Determinación de la presión arterial en otros contextos

Asistencia aguda

Las determinaciones de la presión arterial en contextos de asistencia aguda, como el departamento de urgencias, la unidad de diálisis o el quirófano, suelen realizarse para valorar las constantes vitales y el estado de volumen del paciente, más que para determinar la presencia o ausencia de una hipertensión. Para estos fines se emplean ampliamente los dispositivos oscilométricos, que pueden proporcionar una determinación exacta de la presión arterial media, pero que a menudo son inexactos en el registro de la presión sistólica y diastólica^{110,111}. Es improbable que los valores de presión arterial obtenidos en contextos de asistencia aguda sean útiles para la toma de decisiones sobre el tratamiento crónico de la hipertensión¹¹², debido a la preparación insuficiente de los pacientes, el equipamiento deficiente⁸² y el impacto de la enfermedad aguda en la presión arterial. De todos modos, las lecturas altas registradas en el departamento de urgencias sí predicen en cierta medida una hipertensión en visitas posteriores en la clínica¹¹³, y justifican un seguimiento.

La determinación de la presión arterial es importante también en el contexto prehospitalario. Se han empleado múltiples técnicas de determinación de la presión arterial fuera de los centros sanitarios y en el contexto de transporte en ambulancia o helicóptero, como las auscultatorias, oscilométricas, de palpación y el uso de la obliteración de la onda del pulso en el

oxímetro de pulso. Todos estos métodos adolecen de un alto grado de error, que es mayor para la presión arterial sistólica < 90 mm Hg¹¹⁴⁻¹¹⁶. Además, se ha demostrado que el equipamiento estándar utilizado en los servicios médicos de urgencia para la determinación de la presión arterial es, con frecuencia, muy poco fiable¹¹⁷. La determinación de la presión arterial en un contexto prehospitalario requiere un alto grado de experiencia clínica y la realización de determinaciones repetidas. En este contexto, el establecimiento de tendencias de la presión arterial antes de llegar al entorno hospitalario más controlado es más importante que el valor absoluto de la presión arterial.

Un valor de presión arterial elevado en un contexto de asistencia aguda debe hacer sospechar que el paciente presente una hipertensión, y está justificada la remisión a una consulta ambulatoria para una evaluación más detallada. Dada la falta de precisión de las determinaciones de la presión arterial (y la influencia del reposo en cama, la enfermedad aguda, la administración de medicación y la modificación de la dieta habitual del paciente mientras está en el hospital), los valores de presión arterial obtenidos en el contexto de asistencia aguda no deben utilizarse para valorar la suficiencia del control de la presión arterial.

Lugares públicos

Los dispositivos automáticos de determinación de la presión arterial se encuentran con frecuencia en lugares públicos y son un posible mecanismo para aumentar los exámenes de detección de la hipertensión. En 1995, Whitcomb y cols.¹¹⁸ señalaron que, como consecuencia de la introducción del dispositivo VitaStat en 1976, se estaban utilizando en EEUU más de 8.000 dispositivos, con los que se realizaban más de 10 millones de determinaciones anuales. La versión inicial fue el modelo 8000, que no llegó a estudiarse nunca con protocolos aprobados y que se observó que producía unos resultados muy poco uniformes, en especial para la presión sistólica¹¹⁹⁻¹²¹. Un modelo posterior (el 90550) ya sido examinado en un contexto de la comunidad y no ha cumplido los criterios de exactitud de la BHS o la AAMI¹²². Otros posibles problemas de estos dispositivos son el tamaño del manguito (23 × 33 cm) insuficiente para los pacientes con brazos grandes y el hecho de que no dispongan de un etiquetaje para indicar cuándo se ha hecho el último mantenimiento o validación del funcionamiento del dispositivo, si se ha llevado a cabo. La presentación clara al usuario del mantenimiento y validación del dispositivo sería crucial para la aceptación de estos dispositivos para el examen sistemático de la presión arterial en lugares públicos.

Determinación realizada por el propio paciente

Tipos de dispositivos

Cuando se utilizó por primera vez la automonitorización o la monitorización domiciliaria, la mayoría de los estudios emplearon esfigmomanómetros aneroides¹²³. En los últimos años, ha aumentado la popularización de los dispositivos electrónicos automáticos. El tipo de dispositivo estándar para un uso en el hogar es ahora un aparato oscilométrico que registra la presión en la arteria humeral¹²⁴. Lamentablemente, tan sólo unos pocos de estos aparatos han sido objeto de pruebas de validación adecuadas, como las de los protocolos de AAMI y BHS, y de los 24 dispositivos examinados con esos proto-

los, solamente 5 han superado las pruebas¹²⁵. Se ha hecho pública una lista actualizada de los dispositivos validados¹²⁶. Las ventajas de los dispositivos electrónicos han empezado a ser apreciadas por los epidemiólogos¹²⁷, que siempre han estado muy preocupados por la exactitud de las determinaciones de la presión arterial en la clínica y que han prestado mucha atención a los problemas de error del observador, preferencia de dígitos y otras causas de inexactitud descritas. Se ha argumentado que la facilidad de uso de los dispositivos electrónicos y la relativa insensibilidad a la persona que realiza realmente la lectura pueden compensar la posible inexactitud intrínseca en comparación con el método de esfigmomanómetro tradicional¹²⁷. Sin embargo, esta cuestión continúa siendo controvertida.

En la actualidad existen dispositivos electrónicos que permiten efectuar determinaciones de la presión arterial en la parte superior del brazo, en la muñeca o en el dedo. Aunque el empleo de las localizaciones más distales puede resultar más cómodo, la determinación de la presión arterial en el brazo (arteria humeral) ha sido siempre el método estándar y es probable que continúe siéndolo en el futuro predecible. El hecho de que un dispositivo haya superado los criterios de validación no garantiza su exactitud en el paciente individual, y es esencial que todos los dispositivos sean comprobados en cada paciente antes de aceptar las lecturas como válidas (véase el apartado anterior sobre validación de los dispositivos). Los dispositivos de uso domiciliario deben ser revisados en cuanto a su exactitud cada 1 a 2 años.

Aplicaciones clínicas

La determinación domiciliaria o la realizada por el propio paciente tiene numerosas ventajas respecto a la monitorización ambulatoria, y entre ellas destaca la de que es relativamente barata y proporciona una forma cómoda de monitorizar la presión arterial a lo largo de períodos de tiempo prolongados. Hay algunos datos que indican que con este método se mejora la cumplimentación del tratamiento y el control de la presión arterial¹²⁸⁻¹³⁰. Sin embargo, hasta ahora ha habido impedimentos técnicos, económicos y conductuales que han dificultado el uso generalizado de la determinación domiciliaria en la práctica clínica. Dos avances tecnológicos, los dispositivos de bajo coste con memoria y los sistemas para el envío de las lecturas almacenadas por vía telefónica, aportan la posibilidad de superar estos impedimentos.

Lamentablemente, las lecturas exactas no garantizan una notificación exacta al médico. En dos estudios distintos, se entregaron a los pacientes dispositivos de determinación domiciliaria, pero no se les indicó que estos dispositivos disponían de memoria. Se indicó a los pacientes que registraran cuidadosamente todas las lecturas, pero en ambos estudios, más de la mitad de los participantes omitieron o inventaron lecturas^{131,132}. Se recomiendan pues los dispositivos que disponen de memoria o de copias impresas de las lecturas.

Se recomienda que cuando se realicen las lecturas, los pacientes no hayan participado recientemente en ninguna actividad como el ejercicio o la ingestión de alimento, que es probable que afecten a la presión arterial, y que el paciente se mantenga en reposo en una silla cómoda durante 3 a 5 minutos, con la parte superior del brazo a la altura del corazón.

Deben realizarse tres lecturas sucesivas, con una separación entre ellas de al menos 1 minuto. La primera es habitualmente la más alta, y debe utilizarse el valor medio como lectura de presión arterial. Es útil realizar las lecturas a primera hora de la mañana o a última hora del día.

¿Cuál es la presión arterial domiciliar normal?

Los valores de presión arterial determinados en el domicilio son uniformemente inferiores a las determinaciones en la clínica en la mayor parte de pacientes hipertensos¹³³. Varios estudios recientes han abordado la cuestión del nivel de presión domiciliar que se corresponde mejor con la presión normal en la clínica de 140/90 mm Hg. El más amplio de estos estudios, el estudio Ohasama, propuso un valor de 137/84 mm Hg como límite superior aceptable para las lecturas domiciliarias¹³⁴⁻¹³⁶, basándose en que el riesgo cardiovascular aumenta por encima de ese valor. Un comité *ad hoc* de la *American Society of Hypertension*, tras revisar varios estudios, recomendó un valor de 135/85 mm Hg como límite superior de la normalidad para la presión arterial domiciliar y ambulatoria¹³⁷. Al igual que ocurre con la presión arterial determinada en la consulta, es aconsejable establecer un objetivo de presión arterial en el domicilio con un valor inferior para determinados pacientes, como los diabéticos, las mujeres embarazadas y los pacientes con insuficiencia renal.

Trascendencia pronóstica

Un factor que ha dificultado un uso más amplio de las determinaciones de la presión por parte del propio paciente en la práctica clínica ha sido la falta de datos pronósticos. Dos estudios prospectivos, uno de Japón¹³⁴⁻¹³⁶ y otro de Francia²¹, han observado que la presión arterial determinada domiciliarmente predice los episodios de morbilidad mejor que las determinaciones convencionales en la clínica. Cada vez hay más datos que indican que la presión arterial domiciliar puede predecir también la lesión de órganos diana mejor que la presión determinada en la clínica^{123,138-140}.

Telemonitorización

En la actualidad existen dispositivos que permiten almacenar las lecturas en su memoria y transmitir las luego por vía telefónica a un ordenador central, y luego al profesional de la salud encargado. Es posible que ello permita mejorar la cumplimiento por parte del paciente y, por tanto, el control de la presión arterial^{140,141}. Las lecturas obtenidas con un sistema de telemonitorización pueden presentar una correlación con la presión arterial ambulatoria mejor que la de las lecturas realizadas en la clínica¹³³.

En la Tabla 2 se indican las características de los diferentes métodos de determinación de la PA.

Determinación ambulatoria de la presión arterial

Tipos de dispositivo

La monitorización ambulatoria de la presión arterial (PAA) es una técnica no invasiva, totalmente automatizada, en la que la presión arterial es registrada a lo largo de un período de tiempo prolongado, habitualmente 24 horas. Se ha utilizado desde hace muchos años como método de investigación, y reciente-

TABLA 2. Características de los diferentes métodos de determinación de la PA

	Clínica	Domiciliaria	Ambulatoria
Predice la evolución clínica	Sí	Sí	Sí
Diagnóstico inicial	Sí	Sí	Sí
Límite superior de normalidad	140/90	135/85	135/85 (día)
Evaluación del tratamiento	Sí	Sí	Limitada
Evaluación del ritmo diario	No	No	Sí
Coste	Barato	Barato	Moderado

mente ha sido autorizada por Medicare en EEUU para el reembolso por un único registro en los pacientes en los que se sospecha una HBB. El equipamiento estándar consiste en un manguito, un pequeño dispositivo de monitorización conectado a un cinturón y un tubo de conexión del dispositivo con el manguito. La mayoría de los dispositivos PAA, pero no todos, utilizan una técnica oscilométrica. De entre los dispositivos de PAA comercializados, en la mayoría se han realizado pruebas de validación según lo recomendado por la AAMI o la BHS. Existe una lista actualizada de los dispositivos validados¹²⁶.

Durante una sesión de monitorización de la PAA, se determina la presión arterial cada 15 a 30 minutos a lo largo de un período de 24 horas, incluyendo los períodos de vigilia y de sueño, preferiblemente en un día laborable. El número total de lecturas oscila generalmente entre 50 y 100. Los datos de presión arterial se almacenan en el dispositivo y se descargan luego en un programa informático específico para el dispositivo. Los datos brutos pueden ser sintetizados en un informe que indica los valores medios por hora y por período presentando los siguientes parámetros: presión arterial diurna (estando despierto), nocturna (estando dormido) y de 24 horas, tanto para la presión sistólica como para la diastólica. El parámetro utilizado con mayor frecuencia en la toma de decisiones es el de los valores absolutos de presión arterial, es decir, la media diurna, nocturna y de 24 horas.

Estos dispositivos pueden ser colocados por un técnico adecuadamente preparado, que debe dominar las técnicas de determinación de la presión arterial (véase el apartado anterior sobre determinación de la presión arterial en otros contextos). El manguito se coloca en el brazo no dominante y se realizan una serie de lecturas de calibrado con un esfigmomanómetro de mercurio para garantizar que el dispositivo está proporcionando lecturas de presión exactas (con una diferencia de menos de 5 mm Hg respecto a la lectura realizada con mercurio). Es importante indicar al paciente que mantenga el brazo quieto junto al cuerpo mientras el dispositivo realiza una lectura. Puede ser útil indicar al paciente que lleve un diario de sus actividades, en especial con la hora de acostarse y de levantarse por la mañana.

Aplicaciones clínicas

Aunque la PAA podría usarse para monitorizar los efectos del tratamiento, la aplicación más frecuente es la diagnóstica, es decir, para determinar el valor de presión arterial habitual de un individuo fuera del contexto de la clínica e identificar, por tanto a los individuos con una HBB. Otras posibles aplicaciones de la PAA son la identificación de los individuos con un patrón de presión arterial *nondipping* (por ejemplo, en la dia-

betes), los pacientes con una hipertensión aparentemente refractaria pero con poca lesión de órganos diana, la sospecha de una neuropatía del sistema autónomo, y los pacientes en los que existe una gran discrepancia entre las determinaciones de la presión arterial realizadas en la clínica y domiciliariamente. Los *Centers for Medicare and Medicaid Services* de EEUU han autorizado el empleo de la determinación de la PAA para el diagnóstico de los pacientes en los que se sospecha una HBB (con una presión arterial alta documentada en la clínica y presiones normales en otros contextos, y sin signos de lesión de órganos diana).

En una reciente revisión patrocinada por la *Agency for Healthcare Research and Quality* se resumió la evidencia existente sobre las asociaciones transversales de la PAA con los parámetros de evolución subclínicos y las asociaciones prospectivas de la PAA con los parámetros de evolución clínica¹⁴². En los estudios transversales de la presión arterial con la masa ventricular izquierda (22 estudios) y la albuminuria (6 estudios), los valores de PAA estaban directamente asociados con ambas determinaciones. La masa ventricular izquierda era inferior en los individuos con una HBB en comparación con los que presentaban una hipertensión mantenida, pero era mayor en los individuos con HBB que en los no hipertensos. Estos datos sugieren que la HBB constituye un fenotipo intermedio. En cada uno de los 10 estudios prospectivos, al menos una dimensión de la PAA predecía los parámetros de evolución clínica. En los estudios que compararon la importancia pronóstica de la PAA con la de las determinaciones en la clínica, la PAA fue generalmente superior a estas últimas. En algunos casos, incluyendo un reciente estudio del que no se disponía en el momento de realizar la revisión¹⁴³, los valores medios de PAA proporcionaban una información predictiva adicional que iba más allá de las determinaciones realizadas en la clínica, lo cual confirmaba lo observado en el estudio inicial de Perloff y cols.¹⁴⁴. En unos pocos estudios prospectivos, la HBB predecía una reducción del riesgo de episodios de enfermedad cardiovascular en comparación con lo observado en la hipertensión mantenida. Sin embargo, los datos eran insuficientes para poder comparar el riesgo asociado a la HBB con el riesgo asociado a la normotensión. Un patrón de *nondipping* o de *dipping* inverso predecía un aumento del riesgo de episodios clínicos. Tan sólo 2 ensayos de la PAA estudiaron la utilidad de ésta como guía para el tratamiento de la presión arterial. Globalmente, los estudios existentes indican que la monitorización de la PAA puede aportar una información pronóstica útil¹⁴⁵.

¿Qué es una PAA normal?

El margen normal de valores de la PAA se ha establecido de 2 maneras: en primer lugar mediante comparación de los valores de PAA que corresponde a una presión en la clínica de 140/90 mm Hg y, en segundo lugar, relacionando la PAA con el riesgo en estudio prospectivo. Los valores sugeridos para la media de lecturas diurnas, nocturnas y de 24 horas se indican en la Tabla 3.

Trascendencia pronóstica

En varios estudios prospectivos se ha documentado que la media de PAA predice el riesgo de episodios mórbidos mejor

TABLA 3. Valores sugeridos para el límite superior de la normalidad de la presión ambulatoria

	Óptimo	Normal	Anormal
Diurno	<130/80	<135/85	>140/90
Nocturno	<115/65	<120/70	>125/75
24 horas	<125/75	<130/80	>135/85

que la presión arterial determinada en la clínica^{136,143,144,146-149}. Además de la media de valores absolutos de PAA, ciertos patrones de PAA pueden predecir las complicaciones relacionadas con la presión arterial. Los patrones de mayor interés son los de HBB y de presión arterial *nondipping*. La HBB es un patrón en el que la presión arterial determinada en la clínica está dentro del margen de hipertensión pero la PAA es normal o baja. Los individuos con HBB presentan un riesgo de complicaciones relacionadas con la presión arterial inferior al de los individuos con una hipertensión mantenida. Una cuestión importante pero no resuelta es la de si el riesgo de enfermedad cardiovascular en la HBB es o no superior al de los individuos no hipertensos. Con el empleo de la PAA diurna y nocturna, puede identificarse a los individuos, denominados *nondippers*, que no presentan la reducción de la presión arterial que tiene lugar durante las horas de sueño. Generalmente, la presión arterial nocturna (estando dormido) se reduce en un 10% o más respecto a la diurna (estando despierto). Los individuos con un patrón *nondipping* (reducción de la presión arterial nocturna respecto a la diurna inferior al 10%) parecen presentar un mayor riesgo de complicaciones relacionadas con la presión arterial que el de los individuos con un patrón de *dipping* normal^{146,150}. Existen otros datos que sugieren que la presión arterial nocturna puede ser el mejor predictor del riesgo¹⁵¹.

Registro de presión arterial en situaciones especiales

Pacientes ancianos

En los pacientes ancianos es más probable la existencia de una HBB, una hipertensión sistólica aislada o una pseudohipertensión (véase el apartado anterior sobre pseudohipertensión). La presión arterial debe determinarse con el paciente sentado, 2 veces o más en cada visita, y deben promediarse las lecturas obtenidas. Debe determinarse también la presión arterial en bipedestación de manera sistemática, y que los ancianos pueden presentar una hipotensión postural. La hipotensión es más frecuente en los individuos diabéticos. Con frecuencia la aprecian los pacientes al levantarse por la mañana, después de las comidas o al ponerse de pie rápidamente. Las determinaciones realizadas por el propio individuo pueden ser muy útiles cuando se plantea un cambio de la dosis de medicación antihipertensiva. La monitorización ambulatoria de la presión arterial, combinada a veces con un registro Holter del ECG, puede ser útil para detectar algunos síntomas como desmayos episódicos y disnea nocturna.

Síndromes de abolición del pulso

Excepcionalmente, un paciente puede presentar una arteriopatía oclusiva de las arterias principales de las 4 extremidades (por ejemplo, arteritis de Takayasu, arteritis de células gigan-

tes o aterosclerosis) de tal manera que no es posible obtener una presión arterial fiable en ninguna de las extremidades. En esa situación, si una arteria carótida es normal, es posible obtener una determinación de la presión sistólica en la arteria retiniana y utilizar el nomograma en sentido inverso para estimar la presión humeral (oculoplestismografía), pero este método y la determinación de la presión arterial retiniana no es accesible de manera general. Si puede obtenerse una determinación intraarterial de la presión arterial central, puede establecerse un diferencial de presión con un método no invasivo para utilizarlo como factor de corrección.

Arritmias

Cuando el ritmo cardiaco es muy irregular, el gasto cardiaco y la presión arterial varían mucho de un latido a otro. Se produce un considerable error interobservadores e intraobservador¹⁵². La estimación de la presión arterial a partir de los ruidos de Korotkoff consiste, en el mejor de los casos, en una adivinación; no hay unas directrices generalmente aceptadas al respecto. La presión arterial debe determinarse varias veces y debe usarse el valor medio. Los dispositivos automáticos son con frecuencia inexactos con observaciones únicas en presencia, por ejemplo, de una fibrilación auricular, y deben validarse en cada paciente antes de su uso¹⁵³. Sin embargo, las observaciones ambulatorias prolongadas (2 a 24 horas) sí aportan unos datos similares a los de los individuos con un ritmo cardiaco normal^{154,155}. A veces es necesaria una determinación intraarterial de la presión arterial para disponer de un valor basal para la comparación. Si hay una bradicardia regular grave (por ejemplo, de 40 a 50 lpm), el deshinchado del manguito debe ser más lento que el habitual para evitar una infravaloración de la presión sistólica y una sobrestimación de la diastólica.

Pacientes obesos

Es necesario utilizar un manguito más largo y más ancho para obtener una compresión suficiente de la arteria humeral en los pacientes obesos que tiene una parte superior del brazo muy grande (véase el apartado anterior sobre el tamaño del manguito). También puede ser necesario un manguito grande para un brazo grande y musculoso, con un bíceps prominente sobre el cual no pueda ajustarse con facilidad un manguito habitual sin una fijación con cinta. En ambas situaciones, es especialmente importante colocar el centro de la bolsa del manguito sobre el pulso de la arteria humeral. Si la parte superior del brazo es relativamente corta a pesar de su gran perímetro, puede resultar difícil ajustar un manguito de adulto grande estándar sobre el brazo. La recomendación de la BHS consiste en utilizar un manguito muy largo (12 × 40 cm; sitio web de la BHS, 13 de Agosto de 2003; <http://w3.abdn.ac.uk/BHS/booklet/special.htm>) que puede obviar este problema. En los pacientes muy poco frecuentes que tiene un perímetro del brazo > 50 cm, en los que no puede ajustarse ni siquiera un manguito de músculo en el brazo, se recomienda que el profesional de la salud envuelva con un manguito del tamaño apropiado el antebrazo del paciente, lo apoye a la altura del corazón y palpe la aparición del pulso radial en la muñeca. Otros posibles métodos para medir la presión de la arteria radial son la auscultación de los ruidos de Korotkoff sobre la

arteria radial, la detección de la presión sistólica mediante una sonda Doppler, o el empleo de un dispositivo oscilométrico para determinar la presión arterial sistólica; la presión diastólica se sobrevalora de manera importante con ambos métodos¹⁵⁶. La exactitud de estos métodos no se ha validado, aunque proporcionan como mínimo una estimación general de la presión arterial sistólica. El error de sobrevaloración de la presión al determinarla con un manguito demasiado pequeño para un brazo obeso puede ser considerable y puede llevar a una clasificación errónea de un individuo como hipertenso y a una preocupación y un tratamiento innecesarios.

Niños

La forma más cómoda de determinar la presión arterial en los niños es mediante auscultación con un esfigmomanómetro de mercurio estándar. Al igual que ocurre en los adultos, el estetoscopio se coloca sobre el pulso de la arteria humeral, en una posición proximal y medial respecto a la fosa antecubital, y por debajo del borde inferior del manguito. Generalmente se prefiere el brazo derecho para la determinación de la presión arterial para mantener la uniformidad y para la comparación con las tablas de referencia.

Una determinación correcta de la presión arterial en un niño requiere el empleo de un manguito apropiado para el tamaño del brazo del niño¹⁵⁶. Una técnica que puede utilizarse para elegir un tamaño de manguito de presión apropiado consiste en elegir un manguito con una anchura de la bolsa que sea al menos un 40% del perímetro del brazo a mitad de camino entre el olécranon y el acromion. Con ello, la bolsa del manguito cubrirá del 80% al 100% del perímetro del brazo. El equipamiento necesario para medir la presión arterial en los niños desde los 3 años de edad hasta los adolescentes incluye manguitos pediátricos de diferentes tamaños. En los recién nacidos y lactantes prematuros, se recomienda un tamaño del manguito de 4 × 8 cm; en los lactantes, de 6 × 12 cm; y en los niños mayores de 9 × 18 cm. Debe disponerse también de un manguito de tamaño adulto estándar, un manguito de adulto grande y un manguito de muslo para la determinación de la presión arterial en la pierna y para el uso en niños con brazos muy grandes.

Las determinaciones de la presión arterial en los niños deben realizarse en un entorno cómodo y silencioso, después de 3 a 5 minutos de reposo. Excepto en el caso de enfermedad aguda, la presión arterial debe determinarse con el niño sentado, con la fosa antecubital apoyada a la altura del corazón. Es preferible que el niño tenga los pies en el suelo mientras se realiza la determinación de la presión arterial, en vez de estar con los pies colgando de una camilla de exploración. Debe evitarse un hinchado excesivo del manguito debido a la molestia que provoca, en especial en los niños pequeños. Es útil hinchar inicialmente el manguito mientras se palpa el pulso, para estimar el margen aproximado de valores de la presión sistólica e hinchar luego el manguito hasta 30 mm Hg por encima de esta estimación, cuando se ausculta la presión arterial. Debe determinarse y registrarse la presión arterial al menos dos veces en cada ocasión, y debe tomarse la media de estas 2 determinaciones como medida de la presión arterial sistólica y diastólica.

La presión arterial sistólica se determina con la aparición de la pulsación auscultada o el primer ruido de Korotkoff.

La fase de los ruidos de Korotkoff que define la presión diastólica ha sido objeto de una cierta controversia. La desaparición de los ruidos de Korotkoff o el quinto ruido (K5, el último ruido identificado) es la definición de la presión diastólica en los adultos. En los niños, en especial los preadolescentes, es frecuente que exista una diferencia de varios milímetros de mercurio entre el cuarto y el quinto ruidos de Korotkoff^{157,158}. En algunos niños, los ruidos de Korotkoff pueden oírse a 0 mm Hg, con un significado fisiológico limitado.

Las determinaciones de una presión arterial elevada en un niño o adolescente deben confirmarse en visitas repetidas antes de considerar que existe una hipertensión. En determinados niños, la presión arterial alta tiende a disminuir en determinaciones posteriores, como resultado de un efecto de acomodación (reducción de la ansiedad al estar más familiarizado con las circunstancias) y la regresión a la media, un fenómeno no biológico que deriva, en parte, de consideraciones matemáticas. En consecuencia, una caracterización más precisa de los valores de presión arterial de un individuo es la basada en una media de múltiples determinaciones de la presión arterial realizadas a lo largo de semanas o meses. Una notable excepción a esta orientación general para los niños en buen estado y asintomáticos es la de las situaciones en las que el niño presenta síntomas o una presión arterial intensamente elevada. En los niños que presentan una presión arterial elevada en determinaciones repetidas, deben realizarse también determinaciones de la presión arterial en la pierna como método de detección de una posible coartación de aorta. Para determinar la presión arterial en la pierna, debe colocarse un manguito de muslo o un manguito de tamaño superior al que le correspondería en el muslo y debe determinarse la presión mediante auscultación sobre la fosa poplítea. Si la presión arterial sistólica determinada en el muslo es más de 10 mm Hg inferior a la presión arterial sistólica determinada en el brazo, deben realizarse otras exploraciones para identificar una posible coartación.

Continúa aumentando el uso de dispositivos automáticos para determinar la presión arterial en los niños. Estos dispositivos son más fáciles de utilizar y están pasando a ser instrumentos alternativos para la determinación de la presión arterial cuando el empleo de un esfigmomanómetro de mercurio no está autorizado por razones ecológicas. Los dispositivos utilizados con mayor frecuencia utilizan métodos oscilométricos (véase el apartado anterior sobre la técnica oscilométrica). Las situaciones en las que es aceptable el empleo de los dispositivos automáticos son la determinación de la presión arterial en un recién nacido o un lactante de corta edad, en los que la auscultación resulta difícil, así como en un contexto de cuidados intensivos, en el que es necesaria una determinación frecuente de la presión arterial. Sin embargo, la fiabilidad de estos instrumentos en un contexto de clínica ambulatoria es menos clara⁴⁵.

La interpretación de las determinaciones de la presión arterial en los niños requiere tener en cuenta la edad, el sexo y la talla del niño. La hipertensión en los niños y adolescentes se define como una presión arterial sistólica y/o diastólica que está de manera mantenida en valores iguales o superiores a los del centil 95 de la distribución de presión arterial. Existen tablas que indican los valores de presión arterial sistólica y

diastólica del centil 95 en función de la edad, sexo y talla¹⁵⁹. Deben consultarse esas tablas para determinar si las determinaciones de presión arterial son normales o altas. Los niños presentan también efectos de bata blanca, pero la utilidad de la monitorización ambulatoria de la presión arterial es menos clara en la infancia. Deben utilizarse dispositivos validados, preferiblemente en un centro con experiencia en el uso de la MAPA. Los datos de valores normales basado en poblaciones grandes de niños con el empleo de MAPA son limitados^{160,161}.

Mujeres embarazadas

La hipertensión es el trastorno médico más frecuente en el embarazo y se da en un 10% a 12% del total de embarazos. La detección de la presión arterial elevada durante el embarazo es uno de los principales aspectos de una asistencia prenatal óptima; por consiguiente es esencial la determinación de la presión esencial¹⁶¹. El esfigmomanómetro de mercurio continúa siendo el método recomendado para la determinación de la presión arterial durante el embarazo. Los valores de presión obtenidos en decúbito lateral izquierdo en el brazo izquierdo no difieren sustancialmente de los que se registran en sedestación. En consecuencia, la primera de estas posturas es una alternativa razonable, en especial durante el parto. Si el perímetro del brazo de la paciente es superior a 33 cm, debe usarse un manguito de presión más grande. En el pasado se cuestionó si debía utilizarse el cuarto (K4) o el quinto (K5) ruido de Korotkoff para definir la presión arterial diastólica. La *International Society for the Study of Hypertension in Pregnancy* recomienda el uso del K5 para determinar la presión arterial diastólica en el embarazo¹⁶¹. Cuando hay sonidos audibles con el manguito desinchado, debe utilizarse el K4.

Se sabe que en el futuro pueden ser necesarias alternativas a los dispositivos de mercurio, y hay un pequeño número de registradores automáticos de la presión arterial que han sido validados para el uso en el embarazo¹⁶². La monitorización realizada por la propia paciente puede ser útil para evaluar los cambios de presión arterial durante el embarazo^{163,164}.

Resumen y recomendaciones

La determinación exacta de la presión arterial es esencial para clasificar a los individuos, determinar el riesgo asociado a la presión arterial y orientar el tratamiento. El objetivo de este informe es proporcionar a los clínicos un conjunto estandarizado de recomendaciones que, si se siguen, deberán llevar a una estimación exacta de la presión arterial.

Somos conscientes de que muchos comités y organizaciones han publicado recomendaciones y que, en la **práctica, clínica**, la determinación de la presión arterial continúa sin ser óptima. A la vista de las consecuencias que tiene la determinación inexacta, como el riesgo de un tratamiento excesivo o insuficiente, en opinión del comité, los organismos reguladores deberían establecer unas normas estándar para garantizar el empleo de dispositivos validados, el calibrado regular del equipamiento y la formación y repetición de la formación de los observadores manuales. Dado que el uso de dispositivos automáticos no elimina todas las causas importantes de error humano, será necesaria una formación de los observadores a pesar de que se empleen dispositivos automáticos.

Declaración de conflictos de intereses

Grupo de redacción Nombre del miembro	Subvenciones de investigación	Oficina de portavoces/honorarios	Propiedad de acciones	Consultor/Consejo asesor	Otros
Dr Thomas G. Pickering	No	No	No	No	Propiedad de patente de monitor de presión arterial Accusphyg
Dr John E. Hall	No	No	No	No	No
Dr Lawrence J. Appel	No	No	No	No	No
Dr Bonita E. Falkner	No	No	No	No	No
Dr John W. Graves	No	No	No	No	No
Dr Martha N. Hill	No	No	No	No	No
Dr Daniel W. Jones	No	No	No	No	No
Dr Theodore Kurtz	No	No	No	No	No
Dr Sheldon G. Sheps	No	No	No	No	No
Dr Edward J. Roccella	No	No	No	No	No

En esta tabla se indican las relaciones de los miembros del grupo de redacción que pueden percibirse como conflictos de intereses reales o razonablemente percibidos según lo indicado en el Cuestionario de Conflictos de Intereses, que todos los miembros del grupo de redacción deben completar y presentar.

Bibliografía

- Chobanian AV, Bakris GL, Black HR, Cushman WC, Green LA, Izzo JL, Jr, Jones DW, Materson BJ, Oparil S, Wright JT, Jr, Roccella EJ, Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure; National Heart, Lung, and Blood Institute; National High Blood Pressure Education Program Coordinating Committee. Seventh Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure: the JNC 7 complete report. *Hypertension*. 2003;42:1206–1252.
- Verdecchia P, Schillaci G, Borgioni C, Ciucci A, Gattobigio R, Porcellati C. Nocturnal pressure is the true pressure. *Blood Press Monit*. 1996;1(Suppl 2):S81–S85.
- Brown MA, Davis GK, McHugh L. The prevalence and clinical significance of nocturnal hypertension in pregnancy. *J Hypertens*. 2001;19:1437–1444.
- Neaton JD, Wentworth D. Serum cholesterol, blood pressure, cigarette smoking, and death from coronary heart disease. Overall findings and differences by age for 316,099 white men. Multiple Risk Factor Intervention Trial Research Group. *Arch Intern Med*. 1992;152:56–64.
- Lewington S, Clarke R, Qizilbash N, Peto R, Collins R; Prospective Studies Collaboration. Age-specific relevance of usual blood pressure to vascular mortality: a meta-analysis of individual data for one million adults in 61 prospective studies. *Lancet*. 2002;360:1903–1913.
- Miura K, Daviuglus ML, Dyer AR, Liu K, Garside DB, Stamler J, Greenland P. Relationship of blood pressure to 25-year mortality due to coronary heart disease, cardiovascular diseases, and all causes in young adult men: the Chicago Heart Association Detection Project in Industry. *Arch Intern Med*. 2001;161:1501–1508.
- Franklin SS, Larson MG, Khan SA, Wong ND, Leip EP, Kannel WB, Levy D. Does the relation of blood pressure to coronary heart disease risk change with aging? The Framingham Heart Study. *Circulation*. 2001;103:1245–1249.
- Sesso HD, Stampfer MJ, Rosner B, Hennekens CH, Gaziano JM, Manson JE, Glynn RJ. Systolic and diastolic blood pressure, pulse pressure, and mean arterial pressure as predictors of cardiovascular disease risk in men. *Hypertension*. 2000;36:801–807.
- Parati G, Saul JP, Di Rienzo M, Mancia G. Spectral analysis of blood pressure and heart rate variability in evaluating cardiovascular regulation. A critical appraisal. *Hypertension*. 1995;25:1276–1286.
- Hata Y, Muratani H, Kimura Y, Fukiyama K, Kawano Y, Ashida T, Yokouchi M, Imai Y, Ozawa T, Fujii J, Omae T. Office blood pressure variability as a predictor of acute myocardial infarction in elderly patients receiving antihypertensive therapy. *J Hum Hypertens*. 2002;16:141–146.
- Hata Y, Kimura Y, Muratani H, Fukiyama K, Kawano Y, Ashida T, Yokouchi M, Imai Y, Ozawa T, Fujii J, Omae T. Office blood pressure variability as a predictor of brain infarction in elderly hypertensive patients. *Hypertens Res*. 2000;23:553–560.
- O'Sullivan JJ, Derrick G, Foxall RJ. Tracking of 24-hour and casual blood pressure: a 1-year follow-up study in adolescents. *J Hypertens*. 2000;18:1193–1196.
- Cifkova R, Erdine S, Fagard R, Farsang C, Heagerty AM, Kiowski W, Kjeldsen S, Luscher T, Mallion JM, Mancia G, Poulter N, Rahn KH, Rodicio JL, Ruilope LM, van Zwieten P, Waeber B, Williams B, Zanchetti A; ESH/ESC Hypertension Guidelines Committee. Practice guidelines for primary care physicians: 2003 ESH/ESC hypertension guidelines. *J Hypertens*. 2003;21:1779–1786.
- Franklin SS, Khan SA, Wong ND, Larson MG, Levy D. Is pulse pressure useful in predicting risk for coronary heart disease? The Framingham heart study. *Circulation*. 1999;100:354–360.
- Consensus statement of the definition of orthostatic hypotension, pure autonomic failure, and multiple system atrophy. *J Neurol Sci*. 1996;144:218–219.
- Franklin SS, Larson MG, Khan SA, Wong ND, Leip EP, Kannel WB, Levy D. Does the relation of blood pressure to coronary heart disease risk change with aging? The Framingham Heart Study. *Circulation*. 2001;103:1245–1249.
- Pickering TG. Isolated diastolic hypertension. *J Clin Hypertens*. 2003;5:411–413.
- Pickering TG. White coat hypertension. In: Izzo JL, Black HR, eds. *Hypertension Primer*, third edition. Dallas: American Heart Association; 2003.
- Fagard R, Staessen JA, Thijs L, Gasowsky J, Bulpitt CJ, Clement D, de Leeuw PW, Dobovisek J, Jaaskivi M, Leonetti G, O'Brien E, Palatini P, Parati G, Rodicio JL, Vanhanen H, Webster J. Response to antihypertensive therapy in older patients with sustained and nonsustained systolic hypertension. *Circulation*. 2000;102:1139–1144.
- Pickering TG, Davidson K, Gerin W, Schwartz JE. Masked hypertension. *Hypertension*. 2002;40:795–796.
- Bobrie G, Chatellier G, Genes N, Clerson P, Vaur L, Vaisse B, Menard J, Mallion JM. Cardiovascular prognosis of "masked hypertension" detected by blood pressure self-measurement in elderly treated hypertensive patients. *JAMA*. 2004;291:1342–1349.
- Wright JC, Looney SW. Prevalence of positive Osler's manoeuvre in 3387 persons screened for the Systolic Hypertension in the Elderly Program (SHEP). *J Hum Hypertens*. 1997;11:285–289.
- Belmin J, Visintin JM, Salvatore R, Sebban C, Moulias R. Osler's manoeuvre: absence of usefulness for the detection of pseudohypertension in an elderly population. *Am J Med*. 1995;98:42–49.
- Low PA. *Clinical Autonomic Disorders: Evaluation and Management*, second ed. Philadelphia: Lippincott-Raven; 1997.
- Jordan J, Biaggioni I. Diagnosis and treatment of supine hypertension in autonomic failure patients with orthostatic hypotension. *J Clin Hypertens (Greenwich)*. 2002;4:139–145.
- Vagoanescu TD, Saadia D, Tuhim S, Phillips RA, Kaufmann H. Hypertensive cardiovascular damage in patients with primary autonomic failure. *Lancet*. 2000;355:725–726.

27. Toyry JP, Niskanen LK, Lansimies EA, Partanen KP, Uusitupa MI. Autonomic neuropathy predicts the development of stroke in patients with non-insulin-dependent diabetes mellitus. *Stroke*. 1996;27:1316–1318.
28. Low PA, Opfer-Gehrking TL, McPhee BR, Fealey RD, Benarroch EE, Willner CL, Suarez GA, Proper CJ, Felten JA, Huck CA, et al. Prospective evaluation of clinical characteristics of orthostatic hypotension. *Mayo Clin Proc*. 1995;70:617–622.
29. Hunyor SN, Flynn JM, Cochineas C. Comparison of performance of various sphygmomanometers with intra-arterial blood-pressure readings. *Br Med J*. 1978;2:159–162.
30. Roberts LN, Smiley JR, Manning GW. A comparison of direct and indirect blood-pressure determinations. *Circulation*. 1953;8:232–242.
31. Holland WW, Humerfelt S. Measurement of blood pressure: Comparison of intra-arterial and cuff values. *Br Med J*. 1964;2:1241–1243.
32. Breit SN, O'Rourke MF. Comparison of direct and indirect arterial pressure measurements in hospitalized patients. *Aust N Z J Med*. 1974; 4:485–491.
33. Perloff D, Grim C, Flack J, Frohlich ED, Hill M, McDonald M, Morgenstern BZ. Human blood pressure determination by sphygmomanometry. *Circulation*. 1993;88(5 Pt 1):2460–2470.
34. Petrie JC, O'Brien ET, Littler WA, de Swiet M. British Hypertension Society Recommendations on Blood Pressure Measurement. *Br Med J (Clin Res Ed)*. 1986;293:611–615.
35. O'Brien E, Asmar R, Beilin L, Imai Y, Mallion JM, Mancia G, Mengden T, Myers M, Padfield P, Palatini P, Parati G, Pickering T, Redon J, Staessen J, Stergiou G, Verdecchia P; European Society of Hypertension Working Group on Blood Pressure Monitoring. European Society of Hypertension recommendations for conventional, ambulatory and home blood pressure measurement. *J Hypertens*. 2003;21:821–848.
36. Cavallini MC, Roman MJ, Blank SG, Pini R, Pickering TG, Devereux RB. Association of the auscultatory gap with vascular disease in hypertensive patients. *Ann Intern Med*. 1996;124:877–883.
37. Mion D, Pierin AM. How accurate are sphygmomanometers? *J Hum Hypertens*. 1998;12:245–248.
38. Markandu ND, Whitcher F, Arnold A, Carney C. The mercury sphygmomanometer should be abandoned before it is proscribed. *J Hum Hypertens*. 2000;14:31–36.
39. Yarows SA, Qian K. Accuracy of aneroid sphygmomanometers in clinical usage: University of Michigan experience. *Blood Press Monit*. 2001;6:101–106.
40. Canzanello VJ, Jensen PL, Schwartz GL. Are Aneroid Sphygmomanometers Accurate in Hospital and Clinic Settings? *Arch Intern Med*. 2001;161:729–731.
41. Graves JW, Tibor M, Murtagh B, Klein L, Sheps SG. The Accoson Greenlight 300, the first non-automated mercury-free blood pressure measurement device to pass the International Protocol for blood pressure measuring devices in adults. *Blood Press Monit*. 2004;9:13–17.
42. Marey EJ. *Pression et vitesse du sang*. Physiologie Experimentale, Paris: Pratique des hautes etudes de M Marey; 1876.
43. Mauck GW, Smith CR, Geddes LA, Bourland JD. The meaning of the point of maximum oscillations in cuff pressure in the indirect measurement of blood pressure—part ii. *J Biomech Eng*. 1980;102:28–33.
44. Yelderman M, Ream AK. Indirect measurement of mean blood pressure in the anesthetized patient. *Anesthesiology*. 1979;50:253–256.
45. van Montfrans GA. Oscillometric blood pressure measurement: progress and problems. *Blood Press Monit*. 2001;6:287–290.
46. Amoores JN, Scott DH. Can simulators evaluate systematic differences between oscillometric non-invasive blood-pressure monitors? *Blood Press Monit*. 2000;5:81–89.
47. Borow KM, Newburger JW. Noninvasive estimation of central aortic pressure using the oscillometric method for analyzing systemic artery pulsatile blood flow: comparative study of indirect systolic, diastolic, and mean brachial artery pressure with simultaneous direct ascending aortic pressure measurements. *Am Heart J*. 1982;103:879–886.
48. Wiinberg N, Hoegholm A, Christensen HR, Bang LE, Mikkelsen KL, Nielsen PE, Svendsen TL, Kampmann JP, Madsen NH, Bentzon MW. 24-h ambulatory blood pressure in 352 normal Danish subjects, related to age and gender. *Am J Hypertens*. 1995;8(10 Pt 1):978–986.
49. Cates EM, Schlüssel YR, James GD, Pickering TG. A validation study of the Spacelabs 90207 ambulatory blood pressure monitor. *J Ambul Monitor*. 1990;3:149–154.
50. Penaz J. Photo-electric measurement of blood pressure, volume and flow in the finger. *Digest Tenth International Conference Medical Biological Engineering*. Dresden; 1973:104.
51. van Egmond J, Hasenbos M, Crul JF. Invasive v. non-invasive measurement of arterial pressure. Comparison of two automatic methods and simultaneously measured direct intra-arterial pressure. *Br J Anaesth*. 1985;57:434–444.
52. Parati G, Casadei R, Gropelli A, Di Rienzo M, Mancia G. Comparison of finger and intra-arterial blood pressure monitoring at rest and during laboratory testing. *Hypertension*. 1989;13(6 Pt 1):647–655.
53. Imholz BPM, Langewouters GJ, van Montfrans GA, Parati G, van Goudoever J, Wesseling KH, Wieling W, Mancia G. Feasibility of ambulatory, continuous 24-hour finger arterial pressure recording. *Hypertension*. 1993;21:65–73.
54. Ware RW, Laenger CJ. Indirect blood pressure measurement by Doppler ultrasonic kinetoarteriography. *Proc 20th Annual Conference Engineering Medical Biology*. 1967;9:27–30.
55. Elseed AM, Shinebourne EA, Joseph MC. Assessment of techniques for measurement of blood pressure in infants and children. *Arch Dis Child*. 1973;48:932–936.
56. Drzewiecki GM, Melbin J, Noordergraaf A. Arterial tonometry: review and analysis. *J Biomech*. 1983;16:141–152.
57. Smulyan H, Siddiqui DS, Carlson RJ, London GM, Safar ME. Clinical utility of aortic pulses and pressures calculated from applanated radial-artery pulses. *Hypertension*. 2003;42:150–155.
58. O'Rourke MF. From theory into practice: arterial haemodynamics in clinical hypertension. *J Hypertens*. 2002;20:1901–1915.
59. Mitchell PL, Parlin RW, Blackburn H. Effect of vertical displacement of the arm on indirect blood-pressure measurement. *N Engl J Med*. 1964; 271:72–74.
60. Wonka F, Thummler M, Schoppe A. Clinical test of a blood pressure measurement device with a wrist cuff. *Blood Press Monit*. 1996;1: 361–366.
61. Sesler JM, Munroe WP, McKenney JM. Clinical evaluation of a finger oscillometric blood pressure device. *DICP*. 1991;25:1310–1314.
62. Manual, electronic or automated sphygmomanometers. AAMI/CDV-1 SP10. Arlington, VA: Association for the Advancement of Medical Instrumentation; 2002.
63. O'Brien E, Pickering T, Asmar R, Myers M, Parati G, Staessen J, Mengden T, Imai Y, Waeber B, Palatini P, Gerin W. Working Group on Blood Pressure Monitoring of the European Society of Hypertension International Protocol for validation of blood pressure measuring devices in adults. *Blood Press Monit*. 2002;7:3–17.
64. Gerin W, Schwartz AR, Schwartz JE, Pickering TG, Davidson KW, Bress J, O'Brien E, Atkins N. Limitations of current validation protocols for home blood pressure monitors for individual patients. *Blood Press Monit*. 2002;7:313–318.
65. van Popele NM, Bos WJ, de Beer NA, Der Kuip DA, Hofman A, Grobbee DE, Witteman JC. Arterial stiffness as underlying mechanism of disagreement between an oscillometric blood pressure monitor and a sphygmomanometer. *Hypertension*. 2000;36:484–488.
66. van Ittersum FJ, Wijering RM, Lambert J, Donker AJ, Stehouwer CD. Determinants of the limits of agreement between the sphygmomanometer and the SpaceLabs 90207 device for blood pressure measurement in health volunteers and insulin-dependent diabetic patients. *J Hypertens*. 1998;16:1125–1130.
67. Grim CE, Grim CM, Li J. Entering medical students who say they have been trained to take blood pressure do not follow American Heart Association guidelines. *Am J Hypertens*. 1999;12.
68. US Environmental Protection Agency. Mercury Study Report to Congress. Volume 1: Executive Summary. Publication EPA-452/R- 97-003. Washington DC: Environmental Protection Agency; 1997.
69. Von Recklinghausen H. Ueber blutdruckmessung Beim menschen. *Arch Exper Path u Pharmacol*. 1901;46:78–132.
70. Linfors EW, Feussner JR, Blessing CL, Starmer CF, Neelon FA, McKee PA. Spurious hypertension in the obese patient. Effect of sphygmomanometer cuff size on prevalence of hypertension. *Arch Intern Med*. 1984;144:1482–1485.
71. Bovet P, Hungerbuler P, Quilindo J, Grettve M-L, Waeber B, Burnand B. Systematic difference between blood pressure readings caused by cuff type. *Hypertension*. 1994;24:786–792 [erratum in: *Hypertension*. 1995;25(4 Pt 1):660].
72. King GE. Errors in clinical measurement of blood pressure in obesity. *Clin Sci*. 1967;32:223–237.

73. Arcuri EA, Santos JL, Silva MR. Is early diagnosis of hypertension a function of cuff width? *J Hypertens Suppl.* 1989;7:S60–S61.
74. Russell AE, Wing LM, Smith SA, Aylward PE, McRitchie RJ, Hassam RM, West MJ, Chalmers JP. Optimal size of cuff bladder for indirect measurement of arterial pressure in adults. *J Hypertens.* 1989;7: 607–613.
75. Nielsen PE, Larsen B, Holstein P, Poulsen HL. Accuracy of auscultatory blood pressure measurements in hypertensive and obese subjects. *Hypertension.* 1983;5:122–127.
76. Maxwell MH, Waks AU, Schroth PC, Karam M, Dornfeld LP. Error in blood-pressure measurement due to incorrect cuff size in obese patients. *Lancet.* 1982;2:33–36.
77. Beevers DG, Beevers M, Zezulka AV, Hornby R, Herod J. Standards for blood pressure measuring devices. *BMJ (Clin Res Ed).* 1987;294:1614.
78. O'Brien E, Atkins N, O'Malley K. Selecting the correct bladder according to distribution of arm circumference in the population (abstr). *Hypertension.* 1993;11:1149–1150.
79. Graves JW, Darby CH, Bailey K, Sheps SG. The changing prevalence of arm circumferences in NHANES III and NHANES 2000 and its impact on the utility of the "standard adult" blood pressure cuff. *Blood Press Monit.* 2003;8:223–227.
80. Flegal KM, Carroll MD, Ogden CL, Johnson CL. Prevalence and trends in obesity among US adults, 1999–2000. *JAMA.* 2002;288:1723–1727.
81. Graves JW. Prevalence of blood pressure cuff sizes in a referral practice of 430 consecutive adult hypertensives. *Blood Press Monit.* 2001;6: 17–20.
82. Thomas M, Radford T, Dasgupta I. Unvalidated blood pressure devices with small cuffs are being used in hospitals. *BMJ.* 2001;323:398.
83. Manning DM, Kuchirka C, Kaminski J. Miscuffing: inappropriate blood pressure cuff application. *Circulation.* 1983;68:763–766.
84. Marks LA, Groch A. Optimizing cuff width for noninvasive measurement of blood pressure. *Blood Press Monit.* 2000;5:153–158.
85. Singer AJ, Kahn SR, Thode HC, Jr, Hollander JE. Comparison of forearm and upper arm blood pressures. *Prehosp Emerg Care.* 1999;3: 123–126.
86. Wessig K, Hollinger S, Schmalzaf I, Lenz T. Clinical evaluation of the efficacy of the Braun PrecisionSensor oscillometric wrist blood pressure monitor for use on adults versus auscultation as defined by ANSI/AAMI SP10–1992. *Blood Press Monit.* 2000;5:239–245.
87. Altunkan S, Yildiz S, Azer S. Wrist blood pressure-measuring devices: a comparative study of accuracy with a standard auscultatory method using a mercury manometer. *Blood Press Monit.* 2002;7:281–284.
88. Netea RT, Lenders JW, Smits P, Thien T. Influence of body and arm position on blood pressure readings: an overview. *J Hypertens.* 2003; 21:237–241.
89. Terent A, Breig-Asberg E. Epidemiological perspective of body position and arm level in blood pressure measurement. *Blood Press.* 1994;3: 156–163.
90. Cushman WC, Cooper KM, Horne RA, Meydrech EF. Effect of back support and stethoscope head on seated blood pressure determinations. *Am J Hypertens.* 1990;3:240–241.
91. Peters GL, Binder SK, Campbell NR. The effect of crossing legs on blood pressure: a randomized single-blind cross-over study. *Blood Press Monit.* 1999;4:97–101.
92. Ljungvall P, Thorvinger B, Thulin T. The influence of a heart level pillow on the result of blood pressure measurement. *J Hum Hypertens.* 1989;3:471–474.
93. Netea RT, Lenders JW, Smits P, Thien T. Arm position is important for blood pressure measurement. *J Hum Hypertens.* 1999;13:105–109.
94. Lane D, Beevers M, Barnes N, Bourne J, John A, Malins S, Beevers DG. Inter-arm differences in blood pressure: when are they clinically significant? *J Hypertens.* 2002;20:1089–1095.
95. Wingfield D, Cooke J, Thijs L, Staessen JA, Fletcher AE, Fagard R, Bulpitt CJ. Terminal digit preference and single-number preference in the Syst-Eur trial: influence of quality control. *Blood Press Monit.* 2002;7:169–177.
96. King GE. Influence of rate of cuff inflation and deflation on observed blood pressure by sphygmomanometry. *Am Heart J.* 1963;65:303–306.
97. Thulin T, Andersson G, Schersten B. Measurement of blood pressure—a routine test in need of standardization. *Postgrad Med J.* 1975;51: 390–395.
98. Rose G. Standardisation of observers in blood pressure measurement. *Lancet.* 1965;10:673–674.
99. Wen SH, Kramer MS, Joey J, Hanley JA, Usher RH. Terminal digit preference, random error and bias in routine clinical measurement of blood pressure. *J Clin Epidemiol.* 1993;46:1187–1193.
100. Nielsen PE, Oxenbull B, Astvud K, Gynzelberg F. Auscultatory blood pressure performed by doctor on duty. *Acta Med Scand.* 1975;198: 35–37.
101. Wingfield D, Freeman GK, Bulpitt CJ; General Practice Hypertension Study Group (GPHSG). Selective recording in blood pressure readings may increase subsequent mortality. *QJM.* 2002;95:571–577.
102. Paul O, Lepper MH, Phelan WH, Dupertius GW, MacMillan A, McKean H, Park H. A longitudinal study of coronary heart disease. *Circulation.* 1963;28:20–31.
103. Kannel WB, Wolf PA, Verter J, McNamara PM. Epidemiologic assessment of the role of blood pressure in stroke: the Framingham Study. 1970. *JAMA.* 1996;276:1269–1278.
104. Veterans Administration Cooperative Study Group on Antihypertensive Agents. Effects of treatment on morbidity in hypertension. *JAMA.* 1967; 202:116–122.
105. La Batide-Alanore A, Chatellier G, Bobrie G, Fofol I, Plouin P-F. Comparison of nurse- and physician-determined clinic blood pressure levels in patients referred to a hypertension clinic: implications for subsequent management. *J Hypertens.* 2000;18:391–398.
106. Graciani A, Banegas JR, Lopez-Garcia E, Diez-Ganan L, Rodriguez-Artalejo F. Assessment of a blood pressure measurement training programme for lay observers. *Blood Press Monit.* 2002;7:251–257.
107. Adams C, Burke V, Beilin LJ. Accuracy of blood pressure measurement and anthropometry among volunteer observers in a large community survey. *J Clin Epidemiol.* 2002;55:338–344.
108. Grim CM, Grim CE. Consumer's guide to BP measurement: an informed consumer's guide to accurate BP measurement. In: *The Hypertension Notebook 1996 Shared Care.* IgA nephropathy support group. 2003. Available at <http://www.igan.ca/id57.htm>. Accessed December 2004.
109. University of Aberdeen Medi-CAL unit web site. <http://www.abdn.ac.uk/medical/bhs/tutorial/tutorial.htm> (accessed June 2004).
110. Hutton P, Dye J, Prys-Roberts C. An assessment of the Dinamap 845. *Anaesthesia.* 1984;39:261–267.
111. Rose KM, Arnett DK, Ellison RC, Heiss G. Skip patterns in DINAMAP-measured blood pressure in 3 epidemiological studies. *Hypertension.* 2000;35:1032–1036.
112. Edmonds ZV, Mower WR, Lovato LM, Lomeli R. The reliability of vital sign measurements. *Ann Emerg Med.* 2002;39:233–237.
113. Backer HD, Decker L, Ackerson L. Reproducibility of increased blood pressure during an emergency department or urgent care visit. *Ann Emerg Med.* 2003;41:507–512.
114. Hunt RC, Carroll RG, Whitley TW, Bryan-Berge DM, Dufresne DA. Adverse effect of helicopter flight on the ability to palpate carotid pulses. *Ann Emerg Med.* 1994;24:190–193.
115. Talke PO. Measurement of systolic blood pressure using pulse oximetry during helicopter flight. *Crit Care Med.* 1991;19:934–937.
116. Prasad NH, Brown LH, Ausband SC, Cooper-Spruill O, Carroll RG, Whitley TW. Prehospital blood pressures: inaccuracies caused by ambulance noise? *Am J Emerg Med.* 1994;12:617–620.
117. Jones JS, Ramsey W, Hetrick T. Accuracy of prehospital sphygmomanometers. *J Emerg Med.* 1987;5:23–27.
118. Whitcomb BL, Prochazka A, LoVerde M, Byyny RL. Failure of the community-based Vita-Stat automated blood pressure device to accurately measure blood pressure. *Arch Fam Med.* 1995;4:419–424.
119. Salaita K, Whelton PK, Seidler AJ. A community-based evaluation of the Vita-Stat automatic blood pressure recorder. *Am J Hypertens.* 1990;3(5 Pt 1):366–372.
120. Whelton PK, Thompson SG, Barnes GR, Miall WE. Evaluation of the Vita-Stat automatic blood pressure recorder. A comparison with the Random-Zero sphygmomanometer. *Am J Epidemiol.* 1983;117:46–54.
121. Polk BF, Rosner B, Feudo R, Vandenberg M. An evaluation of the Vita-Stat automatic blood pressure measuring device. *Hypertension.* 1980;2:221–227.
122. Lewis JE, Boyle E, Magharious L, Myers MG. Evaluation of a community-based automated blood pressure measuring device. *CMAJ.* 2002;166:1145–1148. [erratum in: *CMAJ.* 2002;166:1512].
123. Kleinert HD, Harshfield GA, Pickering TG, Devereux RB, Sullivan PA, Marion RM, Mallory WK, Laragh JH. What is the value of home blood pressure measurement in patients with mild hypertension? *Hypertension.* 1984;6:574–578.
124. O'Brien E, Waeber B, Parati G, Staessen J, Myers MG. Blood pressure measuring devices: recommendations of the European Society of Hypertension. *BMJ* 2001;322:531–536.

125. O'Brien E. State of the market for devices for blood pressure measurement. *Blood Press Monit.* 2001;6:281–286.
126. Dabl educational web site. <http://www.dablededucational.com>. Accessed 8/19/2004.
127. Cooper R, Puras A, Tracy J, Kaufman J, Asuzu M, Ordunez P, Mufunda J, Sparks H. Evaluation of an electronic blood pressure device for epidemiological studies. *Blood Press Monit.* 1997;2:35–40.
128. Stahl SM, Kelley CR, Neill PJ, Grim CE, Mamlin J. Effects of home blood pressure measurement on long-term BP control. *Am J Public Health.* 1984;74:704–709.
129. Vrijens B, Goetghebeur E. Comparing compliance patterns between randomized treatments. *Control Clin Trials.* 1997;18:187–203.
130. Edmonds D, Foerster E, Groth H, Greminger P, Siegenthaler W, Vetter W. Does self-measurement of blood pressure improve patient compliance in hypertension? *J Hypertens Suppl.* 1985;3:S31–S34.
131. Mengden T, Hernandez Medina RM, Beltran B, Alvarez E, Kraft K, Vetter H. Reliability of reporting self-measured blood pressure values by hypertensive patients. *Am J Hypertens.* 1998;11:1413–1417.
132. Myers MG. Self-measurement of blood pressure at home: the potential for reporting bias. *Blood Press Monit.* 1998;3(suppl 1):S19–S22.
133. Moller DS, Dideriksen A, Sorensen S, Madsen LD, Pedersen EB. Accuracy of telemedical home blood pressure measurement in the diagnosis of hypertension. *J Hum Hypertens.* 2003;17:549–554.
134. Tsuji I, Imai Y, Nagai K, Ohkubo T, Watanabe N, Minami N, Itoh O, Bando T, Sakuma M, Fukao A, Satoh H, Hisamichi S, Abe K. Proposal of reference values for home blood pressure measurement: prognostic criteria based on a prospective observation of the general population in Ohasama, Japan. *Am J Hypertens.* 1997;10(4 Pt 1):409–418.
135. Imai Y, Ohkubo T, Tsuji I, Nagai K, Satoh H, Hisamichi S, Abe K. Prognostic value of ambulatory and home blood pressure measurements in comparison to screening blood pressure measurements: a pilot study in Ohasama. *Blood Press Monit.* 1996;1(suppl 2):S51–S58.
136. Ohkubo T, Imai Y, Tsuji I, Nagai K, Ito S, Satoh H, Hisamichi S. Reference values for 24-hour ambulatory blood pressure monitoring based on a prognostic criterion: the Ohasama Study. *Hypertension.* 1998;32:255–259.
137. Pickering T. Recommendations for the use of home (self) and ambulatory blood pressure monitoring. American Society of Hypertension Ad Hoc Panel. *Am J Hypertens.* 1996;9:1–11.
138. Ibrahim MM, Tarazi RC, Dustan HP, Gifford RW Jr. Electrocardiogram in evaluation of resistance to antihypertensive therapy. *Arch Intern Med.* 1977;137:1125–1129.
139. Verdecchia P, Bentivoglio M, Provenza M, Savino K, Corea L. Reliability of home self-recorded arterial pressure in essential hypertension in relation to the stage of the disease. In: Germano G, ed. *Blood pressure recording in the clinical management of hypertension*. Rome: Edizione Pozzi; 1985:40–42.
140. Abe H, Yokouchi M, Saitoh F, Deguchi F, Kimura G, Kojima S, Yoshimi H, Ito K, Kuramochi M, Ikeda M, et al. Hypertensive complications and home blood pressure: comparison with blood pressure measured in the doctor's office. *J Clin Hypertens.* 1987;3:661–669.
141. Rogers MA, Small D, Buchan DA, Butch CA, Stewart CM, Krenzer BE, Husovsky HL. Home monitoring service improves mean arterial pressure in patients with essential hypertension. A randomized, controlled trial. *Ann Intern Med.* 2001;134:1024–1032.
142. Utility of blood pressure monitoring outside of the clinic setting. Evidence report/technology assessment number 03-E004. Rockville MD: Agency for Healthcare Research and Quality; 2002.
143. Clement DL, De Buyzere ML, De Bacquer DA, de Leeuw PW, Duprez DA, Fagard RH, Gheeraert PJ, Missault LH, Braun JJ, Six RO, Van Der NP, O'Brien E; Office versus Ambulatory Pressure Study Investigators. Prognostic value of ambulatory blood-pressure recordings in patients with treated hypertension. *N Engl J Med.* 2003;348:2407–2415.
144. Perloff D, Sokolow M, Cowan R. The prognostic value of ambulatory blood pressure monitoring in treated hypertensive patients. *J Hypertens Suppl.* 1991;9:S33–S39.
145. Staessen JA, Asmar R, De Buyzere M, Imai Y, Parati G, Shimada K, Stergiou G, Redon J, Verdecchia P; Participants of the 2001 Consensus Conference on Ambulatory Blood Pressure Monitoring. Task Force II: blood pressure measurement and cardiovascular outcome. *Blood Press Monit.* 2001;6:355–370.
146. Verdecchia P, Porcellati C, Schillaci G, Borgioni C, Ciucci A, Battistelli M, Guerrieri M, Gatteschi C, Zampi I, Santucci A, et al. Ambulatory blood pressure. An independent predictor of prognosis in essential hypertension. *Hypertension.* 1994;24:793–801. [erratum in: *Hypertension.* 1995;25:462].
147. Khattar RS, Senior R, Lahiri A. Cardiovascular outcome in white-coat versus sustained mild hypertension: a 10-year follow-up study [see comments]. *Circulation.* 1998;98:1892–1897.
148. Redon J, Campos C, Narciso ML, Rodicio JL, Pascual JM, Ruilope LM. Prognostic value of ambulatory blood pressure monitoring in refractory hypertension: a prospective study. *Hypertension.* 1998;31:712–718.
149. Kario K, Shimada K, Schwartz JE, Matsuo T, Hoshida S, Pickering TG. Silent and clinically overt stroke in older Japanese subjects with white-coat and sustained hypertension. *J Am Coll Cardiol.* 2001;38: 238–245.
150. Ohkubo T, Imai Y, Tsuji I, Nagai K, Watanabe N, Minami N, Kato J, Kikuchi N, Nishiyama A, Aihara A, Sekino M, Satoh H, Hisamichi S. Relation between nocturnal decline in blood pressure and mortality. The Ohasama Study. *Am J Hypertens.* 1997;10:1201–1207.
151. Staessen J, Thijs L, Fagard R, O'Brien E, Clement D, de Leeuw PW, Mancia G, Nachev C, Palatini P, Parati G, Tuomilehto J, Webster J. Predicting cardiovascular risk using conventional vs ambulatory blood pressure in older patients with systolic hypertension. Systolic Hypertension in Europe Trial Investigators. *JAMA.* 1999;282:539–546.
152. Sykes D, Dewar R, Mohanaruban K, Donovan K, Nicklason F, Thomas DM, Fisher D. Measuring blood pressure in the elderly: does atrial fibrillation increase observer variability? *BMJ.* 1990;300:162–163.
153. Stewart MJ, Gough K, Padfield PL. The accuracy of automated blood pressure measuring devices in patients with controlled atrial fibrillation. *J Hypertens.* 1995;13:297–300.
154. Olsen R, Amlic A, Omvik P. Twenty-four-hour ambulatory blood pressure monitoring in atrial fibrillation. *Blood Press Monit.* 2002;7: 149–156.
155. Lip GY, Zarifis J, Beevers M, Beevers DG. Ambulatory blood pressure monitoring in atrial fibrillation. *Am J Cardiol.* 1996;78:350–353.
156. Warembourg A, Poncelet P, Carre A. [Reliability of the measurement of arterial pressure in the forearm in the obese subject]. *Arch Mal Coeur Vaiss.* 1987;80:1015–1019.
157. Prineas RJ, Elkwir ZM. Epidemiology and measurement of high blood pressure in children and adolescents. In: Loggie JMH, ed. *Pediatric and Adolescent Hypertension*. Boston, MA: Blackwell Scientific Publications; 1992:91–103.
158. Sinaiko AR, Gomez-Marin O, Prineas RJ. Diastolic fourth and fifth phase blood pressure in 10–15-year-old children. The Children and Adolescent Blood Pressure Program. *Am J Epidemiol.* 1990;132: 647–655.
159. National High Blood Pressure education Program Working Group on Hypertension Control in Children and Adolescents. Update on the 1987 Task Force Report on High Blood Pressure in children and Adolescents: A Working Group Report from the National High Blood Pressure Education Program. *Pediatrics.* 1996;98:649–658.
160. Lurbe E, Redon J, Liao Y, Tacons J, Cooper RS, Alvarez V. Ambulatory blood pressure monitoring in normotensive children. *J Hypertens.* 1994; 12:1417–1423.
161. Wuhl E, Witte K, Soergel M, Mehls O, Schaefer F, Kirschstein M, Busch C, Danne T, Gellermann J, Holl R, Krull F, Reichert H, Reusz GS, Rascher W; German Working Group on Pediatric Hypertension. Distribution of 24-h ambulatory blood pressure in children: normalized reference values and role of body dimensions. *J Hypertens.* 2002;20: 1995–2007. [erratum in: *J Hypertens.* 2003;21:2205–2206].
162. Brown MA, Davis GK. Hypertension in pregnancy. In: Mancia G, Chalmers J, Julius S, Saruta T, Weber MA, Ferrari AU, Wilkinson IB, ed. *Manual of Hypertension*. London: Harcourt Publishers Limited; 2002:579–597.
163. Waugh JJ, Halligan AW, Shennan AH. Ambulatory monitoring and self-monitoring of blood pressure during pregnancy. *Blood Press Monit.* 2000;5:3–10.
164. Feldman DM. Blood pressure monitoring during pregnancy. *Blood Press Monit.* 2001;6:1–7.



This is a translation of the original English version of *Recommendations for Blood Pressure Measurement in Humans and Experimental Animals: Part 1: Blood Pressure Measurement in Humans: A Statement for Professionals From the Subcommittee of Professional and Public Education of the American Heart Association Council on High Blood Pressure Research*: which appeared in *Hypertension* 2005;45:142-161 published by Lippincott Williams and Wilkins. Neither the American Heart Association nor Lippincott Williams and Wilkins are responsible for any errors made during translation.