

Presión arterial en embarazos normales de la Ciudad de México

Blood pressure in normal pregnancies from Mexico City

Héctor Oviedo-Cruz^{1*} y Marco A. Cortés-Martínez²

¹Departamento de Medicina Materno-Fetal, Centro Médico para la Atención Fetal Especializada; ²Departamento de Bioquímica y Calidad, Laboratorio CEMAFE S.A. de C.V., Ciudad de México, México

Resumen

Objetivo: Determinar la presión arterial (PA) normal en embarazadas en la Ciudad de México. **Método:** Estudio transversal descriptivo de la PA en embarazos normales de feto único en la Ciudad de México. Las mediciones siguieron un método estandarizado con uso de dispositivos electrónicos automatizados. Se construyeron valores de referencia de las presiones sistólica (PS), diastólica (PD) y arterial media (PAM). Se probaron los efectos de las características maternas y de la gestación sobre la PA. Los intervalos de referencia de la PA se ajustaron para las variables significativas. **Resultados:** En 1,056 mujeres con edad media de 33 años y 160 cm medios de estatura se realizaron 1,915 mediciones entre las 5 y 41 semanas de edad gestacional (EG) con peso medio de 65 kg. La PA durante el embarazo fue de $102.7/67.2 \pm 9.3/7.4$ DE mmHg y 79.0 ± 7.4 DE mmHg la PAM. La PA tuvo una relación cuadrática con la EG, la más baja en el segundo trimestre. La PS y la PD mostraron una correlación lineal ($r = 0.71$). El peso materno tuvo el efecto más significativo sobre PS y PAM; la estatura sobre la PD. La edad, etnia, paridad, consumo de tabaco y antecedente familiar ejercieron efectos diferentes en cada PA. La gestación no tuvo efecto significativo en el modelo multivariado de la PS. **Conclusiones:** La PA se halló por debajo de la norma convencional en embarazadas. Los criterios diagnósticos para hipertensión en el embarazo deben revisarse; los valores de referencia pueden ajustarse a características maternas y gestacionales.

Palabras clave: Presión arterial. Embarazo. Valores de referencia. Preeclampsia. México.

Abstract

Objective: To determine the normal blood pressure (BP) in pregnancy, Mexico City. **Methods:** A cross-sectional observational study was carried out of BP on singleton normal pregnancies in Mexico City. Measurements followed a standardised methodology using automated electronic devices. Reference values of systolic (SBP), diastolic (DBP) and mean arterial pressure (MAP) were constructed. Maternal and gestation characteristics effects on BP were tested. The reference ranges of BP were adjusted for significant variables. **Results:** On 1,056 women of 33 years old mean age and 160.0 cm mean height, 1,915 measurements were made between 5 and 41 weeks of gestational age (GA) with 65.0 kg of mean weight. The median BP throughout pregnancy was $102.7/67.2 \pm 9.3/7.4$ SD mmHg, and 79.0 ± 7.4 SD mmHg the MAP. BP had a quadratic relationship with GA, being the lowest in 2nd trimester. SBP and DBP had a $r = 0.71$ linear correlation. Maternal weight had the most significant effect on SBP and MAP; height, on DBP. Maternal age, ethnic origin, parity, tobacco habit and family history had differential effects on BP. Gestation had no significant effect on SBP multivariate model. **Conclusions:** BP resulted lower than conventional standard for pregnant women. Diagnostic criteria for hypertension in pregnancy must be revised; reference values can be adjusted by maternal and gestation characteristics.

Key words: Blood pressure. Pregnancy. Reference values. Pre-eclampsia. Mexico.

Correspondencia:

*Héctor Oviedo-Cruz

E-mail: HectorOC@cemafe.org.mx

1405-9940 / © 2020 Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. Publicado por Permanyer. Este es un artículo *open access* bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Fecha de recepción: 08-05-2020

Fecha de aceptación: 03-09-2020

DOI: 10.24875/ACM.20000206

Disponible en internet: 02-07-2021

Arch Cardiol Mex. 2021;91(3):289-298

www.archivoscardiologia.com

Introducción

La hipertensión en el embarazo se define como una presión sistólica (PS) ≥ 140 mmHg, una presión diastólica (PD) ≥ 90 mmHg o ambas en dos ocasiones, al menos con cuatro horas de diferencia¹⁻⁴. Ésta ha sido la norma de cuidado por muchos años⁵. En la población no gestante, el *American College of Cardiology* (ACC) ha cambiado en fecha reciente la definición misma de hipertensión y respaldado umbrales más bajos con el objetivo de reducir la morbilidad cardiovascular a largo plazo⁶. La aplicación de estos intervalos más bajos en la población embarazada ha posibilitado una mejor detección de resultados adversos maternos y perinatales^{7,8}.

Por otro lado, sólo hasta ahora se han tenido en cuenta los cambios fisiológicos de la presión arterial durante la gestación⁹ para construir intervalos de referencia para la valoración de mujeres embarazadas¹⁰. Sin embargo, los umbrales dependientes de la edad gestacional no se consideran en las guías de práctica clínica¹¹.

Además, un estudio describió los efectos diferenciales de las características maternas y el historial médico sobre la presión arterial media (PAM) en los tres trimestres del embarazo¹².

El objetivo de este estudio fue construir valores de referencia de la presión arterial durante la gestación, ajustados por características maternas específicas de la población.

Materiales y métodos

Población de estudio

Se realizó un estudio transversal en embarazos de feto único, vivo, intrauterino, de concepción espontánea y normal al momento de la ecografía fetal regular en un centro médico y laboratorio de medicina materno-fetal de la Ciudad de México; la inclusión fue consecutiva de las embarazadas que concedieron su consentimiento para participar. Se incluyó a mujeres sanas de cualquier origen étnico; no se incluyó a pacientes con hipertensión crónica, diabetes, lupus eritematoso sistémico, síndrome antifosfolípidos ni otras enfermedades, incluso si no representaban un riesgo cardiovascular. Se excluyó a los embarazos con anomalías fetales cromosómicas, estructurales o del crecimiento intrauterino. No se incluyó a embarazos de fetos múltiples porque se han documentado diferencias en ellos para la presión arterial¹³ y la función cardíaca¹⁴; esto es motivo de otra investigación.

El estudio obtuvo la aprobación de los comités científico y bioética de dicho centro, con apego a la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial para las investigaciones médicas en seres humanos.

Características de las pacientes

Las características clínicas se obtuvieron por cuestionario autoadministrado, verificadas por interrogatorio médico, e incluyeron edad materna, origen étnico (caucásico/hispano, afrocaribeño, sur asiático, este asiático u otro/mixto), hábito de fumar durante el embarazo (fumadora, nunca o abandono), antecedentes familiares de preeclampsia en la madre o la hermana de la paciente (sí o no) y antecedentes obstétricos que incluyan paridad (paridad o nuliparidad si no había embarazos previos de ≥ 24 semanas de gestación) y embarazo previo con preeclampsia (sí o no); estas definiciones operativas son las que emplea la Fundación de Medicina Fetal¹⁵ (nótese que la categoría “nulípara” no es igual a “primer embarazo”; los abortos y nacimientos < 24 semanas no tienen interés operacional).

El peso y la estatura maternos se obtuvieron con báscula y estadímetro clínicos convencionales analógicos calibrados. La edad de la gestación se estableció por ecografía o por fecha de última menstruación corroborada por ecografía.

Método estandarizado para medir la presión arterial en el embarazo

De acuerdo con las recomendaciones internacionales¹¹ desarrolladas por la Fundación de Medicina Fetal^{12,16-18} y adoptadas en fecha reciente por la Federación Internacional de Ginecología y Obstetricia¹⁹, se especifica el uso de dispositivos electrónicos automatizados para evitar sesgo humano y de intercambiabilidad por auscultación²⁰. En vez de establecer un número fijo de lecturas, se toman las necesarias para alcanzar el estado basal de la embarazada; en un estudio se notificó que hay casos que requieren cuatro o más lecturas¹⁸; las mediciones son simultáneas en ambos brazos para evitar el sesgo de las diferencias entre ambos brazos²¹, descritas aun en embarazos normales²². La modificación forzosa para este estudio fue el uso en todas las embarazadas del brazalete mediano (22-32 cm) único proporcionado con cada dispositivo, al margen de la circunferencia braquial, por lo cual ésta no se midió en este estudio; los de otros calibres para dichos dispositivos no están disponibles en el mercado local.

Las lecturas de presión arterial se realizaron después de un periodo de cinco minutos de reposo en posición sedente y con los brazos de la embarazada al nivel del corazón. En la sede del estudio hay sillas *ex profeso* con descansabrazos ajustables en ambos lados y respaldo; se observaron las recomendaciones conocidas sobre las condiciones y posición para las lecturas¹¹. Se realizó un mínimo de tres mediciones braquiales consecutivas en ambos brazos por intervalos de un minuto hasta que la diferencia entre presiones sistólicas fuera ≤ 10 mmHg e ≤ 6 mmHg en las diastólicas; este criterio define el estado basal de la embarazada. Los dispositivos electrónicos automáticos fueron del mismo modelo durante todo el estudio y cumplieron con el requisito de calibración. Se utilizaron dos dispositivos idénticos por cada paciente para medir simultáneamente en ambos brazos. La PAM para cada medición y en cada brazo se calculó con base a la fórmula conocida $PD + (PS-PD)/3$. La PAM de estudio resulta del promedio de las últimas dos mediciones estables¹⁶. En este trabajo se agregaron las presiones sistólica (PS) y diastólica (PD) para estudio.

Los dispositivos electrónicos automáticos empleados en este estudio fueron marca Omron® (Japón), modelo HEM-7121 que cumple con el requisito 510(k) de la FDA.

El personal médico, paramédico y de enfermería encargado de las lecturas recibió capacitación para el uso de los dispositivos electrónicos, sobre el protocolo estandarizado, y se supervisó durante el estudio.

Análisis estadístico

Se aplicó estadística descriptiva para las distribuciones globales de las PS, PD y PAM en el embarazo y generar las ecuaciones generales. Los intervalos de referencia por semanas de gestación para las presiones arteriales PS, PD y PAM se elaboraron de modo similar a lo publicado por otros autores^{10,18} siguiendo el método de Royston y Wright²³. Los múltiplos de la mediana (MoM) corregidos por gestación y peso materno se calcularon de manera habitual²⁴. Las curvas se ajustaron a ecuaciones polinómicas mediante regresión de los cuadrados-mínimos; el modelo se seleccionó con base en los índices de bondad de ajuste, el análisis de residuales, la inspección y la simplicidad.

Se evaluaron los efectos de las características maternas y del embarazo sobre la PA mediante regresión lineal múltiple; el análisis fue escalonado para detectar efectos de confusión e interacción. El mejor modelo para cada PA se seleccionó con base en los índices

de rendimiento, la congruencia clínica y el análisis de residuales. El modelo para calcular el percentil multivariado se basa en el método de Royston y Wright²³ modificado: la mediana se obtuvo de todas las variables incluidas en el modelo final y no sólo por edad de gestación; se analizó la consistencia del modelo en cada variable independiente.

Los supuestos de normalidad que requirieron una corroboración formal se evaluaron con la prueba de Shapiro-Wilk^{25,26}; con base en el resultado se aplicaron estadísticos paramétricos, no paramétricos o se transformaron las variables antes de su análisis. Para el análisis multivariado se corroboraron adicionalmente los supuestos de varianzas similares, relación lineal y colinealidad, al transformar la variable en caso necesario. El nivel de significancia fue $\alpha = 0.05$ para las pruebas estadísticas del valor de p .

La base de datos se creó desde los programas Astraia® (Alemania) y Excel® (EE.UU.); DOI: 10.6084/m9.figshare.12264152. El análisis estadístico se realizó en los programas Excel® (EE.UU.) y MATLAB® (EE.UU.), con sus debidas licencias.

Resultados

La muestra poblacional se integró entre enero de 2017 y julio de 2018; quedó conformada por 1,056 mujeres que cumplieron todos los criterios de inclusión. Se obtuvo un total de 1,915 mediciones entre 5 y 41 semanas de gestación; las características de la población estudiada se presentan en la [Tabla 1](#) y no hubo población indígena.

En 416 embarazos (21.7%) se requirieron cuatro o más lecturas para conseguir la definición operativa en este estudio del estado inicial de la embarazada.

La presión arterial global tuvo una distribución normal y se presenta en la [Tabla 2](#). La fórmula para calcular el percentil crudo de la presión arterial en el embarazo sigue la ecuación de Gauss (p. ej., percentiles 5° y 95°, [Tabla 2](#)).

La edad de gestación mostró una relación cuadrática en forma de "U" con las presiones arteriales, y fue menor en el segundo trimestre. Los nomogramas por semanas de gestación se representan en la [Figura 1](#) y los intervalos de referencia se enlistan en la [Tabla 3](#). El modelo para el percentil de cada presión arterial por edad de gestación y para los MoM corregidos por peso materno se presenta en la [Tabla 4](#).

Para el análisis multivariado se excluyeron tres registros de etnia africana y una del sur asiático por número insuficiente. La relación entre PS y PD fue de tipo lineal

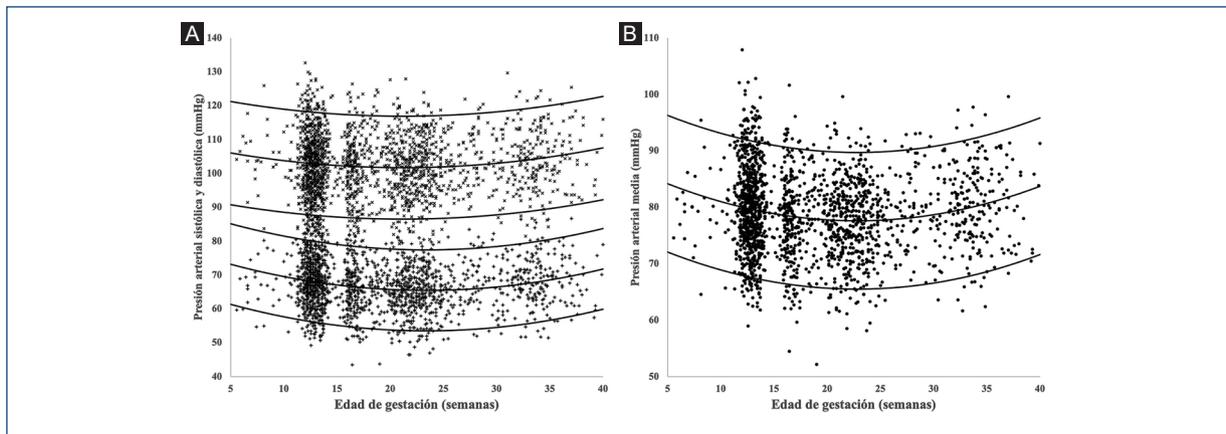


Figura 1. Diagrama de dispersión. **A:** Presión arterial sistólica (x) con diastólica (+). **B:** Presión arterial media contra edad gestacional en esta población. Se muestran las medianas calculadas, con los respectivos percentiles 5° y 95°.

Tabla 1. Características demográficas de la muestra poblacional

Variable	Valor	
Edad materna en años, mediana (IQ)	33.0	(29.0; 36.0)
Peso materno en kg, mediana (IQ)	65.0	(58.4; 73)
Estatura materna en cm, mediana (IQ)	160.0	(156; 164)
Índice de masa corporal, mediana (IQ)	25.3	(23; 28.1)
Etnia		
Caucásico/hispano, n (%)	1601	(83.6%)
Afrocaribeño, n (%)	3	(0.2%)
Sur asiático, n (%)	1	(0.1%)
Este asiático, n (%)	24	(1.3%)
Otro, mixto, n (%)	286	(14.9%)
Paridad		
Nulípara, n (%)	1,041	(54.4%)
Paridad sin preeclampsia, n (%)	843	(44.0%)
Paridad con preeclampsia previa, n (%)	31	(1.6%)
Hábito de fumar		
Fumadora, n (%)	8	(0.4%)
Dejó de fumar, n (%)	224	(11.7%)
No fuma, n (%)	1,680	(87.7%)
Antecedente familiar de preeclampsia, n (%)	56	(2.9%)

con una correlación $r = 0.71$ (Pearson, $p < 0.001$), constante de 42.8 (IC95, 40.1, 45.5) y coeficiente de 0.89 (IC95, 0.85, 0.93). La correlación r entre PS y PD fue menor al valor crítico de 0.8 de colinealidad. Se desarrollaron modelos multivariados para las presiones PS, PD y PAM, incluida la PD en el modelo de la PS

Tabla 2. Presión arterial (mmHg) general en el embarazo

Variable	Valor	p5	p95
Presión arterial sistólica, promedio \pm DE	102.7 \pm 9.30	87.4	118.0
Presión arterial diastólica, promedio \pm DE	67.2 \pm 7.38	55.1	79.3
Presión arterial media, promedio \pm DE	79.0 \pm 7.44	66.8	91.3

y viceversa; sólo la edad de gestación requirió transformación cuadrática, centrada en el valor crítico mínimo de cada presión arterial.

Los coeficientes de cada modelo final multivariado y sus estadísticos se presentan en las Tablas 5 a 7 para PS, PD y PAM, respectivamente. Los efectos de confusión se identificaron durante el proceso escalonado de cada modelo; se comentan a continuación (los coeficientes intermedios no se muestran).

La PD fue el principal factor determinante de la PS, al nulificar el efecto de la gestación en ésta y con efecto de confusión sobre las características maternas de peso, edad, estatura, etnia, paridad, dejar de fumar y antecedente familiar de preeclampsia. El peso materno, segundo determinante de la PS (valores T), tuvo efecto de confusión sobre la edad de gestación y las características maternas, excepto la estatura. En el modelo final quedaron excluidas la edad de gestación ($F = 0.4566$, $p = 0.499$), la etnia (otro, mixto $F = 0.3798$, $p = 0.538$) y el este asiático ($F = 0.8114$, $p = 0.368$).

Tabla 3. Intervalos de referencia de la presión arterial por edad de gestación

Semana de gestación	PS			PD			PAM		
	p5	Mediana	p95	p5	Mediana	p95	p5	Mediana	p95
5	90.9	106.1	121.3	61.4	73.3	85.2	72.1	84.2	96.3
6	90.3	105.6	120.8	60.5	72.5	84.4	71.4	83.5	95.6
7	89.9	105.1	120.3	59.8	71.7	83.6	70.7	82.8	94.9
8	89.4	104.6	119.9	59.0	71.0	82.9	70.1	82.2	94.3
9	89.0	104.2	119.4	58.3	70.3	82.2	69.5	81.6	93.7
10	88.6	103.8	119.1	57.7	69.6	81.6	68.9	81.0	93.1
11	88.3	103.5	118.7	57.1	69.1	81.0	68.4	80.5	92.6
12	88.0	103.2	118.4	56.6	68.5	80.4	68.0	80.1	92.2
13	87.7	102.9	118.1	56.1	68.0	79.9	67.5	79.6	91.7
14	87.4	102.6	117.9	55.6	67.5	79.5	67.2	79.2	91.3
15	87.2	102.4	117.6	55.2	67.1	79.1	66.8	78.9	91.0
16	87.0	102.2	117.5	54.8	66.8	78.7	66.5	78.6	90.7
17	86.9	102.1	117.3	54.5	66.5	78.4	66.2	78.3	90.4
18	86.7	102.0	117.2	54.2	66.2	78.1	66.0	78.1	90.2
19	86.7	101.9	117.1	54.0	66.0	77.9	65.8	77.9	90.0
20	86.6	101.8	117.0	53.8	65.8	77.7	65.7	77.8	89.9
21	86.6	101.8	117.0	53.7	65.7	77.6	65.6	77.7	89.8
22	86.6	101.8	117.0	53.6	65.6	77.5	65.6	77.6	89.7
23	86.6	101.8	117.1	53.6	65.5	77.5	65.5	77.6	89.7
24	86.7	101.9	117.1	53.6	65.5	77.5	65.6	77.7	89.8
25	86.8	102.0	117.2	53.6	65.6	77.5	65.6	77.7	89.8
26	87.0	102.2	117.4	53.7	65.7	77.6	65.7	77.8	89.9
27	87.1	102.3	117.6	53.9	65.8	77.8	65.9	78.0	90.1
28	87.3	102.5	117.8	54.1	66.0	78.0	66.1	78.2	90.3
29	87.6	102.8	118.0	54.3	66.3	78.2	66.3	78.4	90.5
30	87.8	103.1	118.3	54.6	66.5	78.5	66.6	78.7	90.8
31	88.1	103.4	118.6	54.9	66.9	78.8	66.9	79.0	91.1
32	88.5	103.7	118.9	55.3	67.2	79.2	67.3	79.4	91.5
33	88.8	104.1	119.3	55.7	67.7	79.6	67.7	79.8	91.9
34	89.2	104.5	119.7	56.2	68.1	80.1	68.1	80.2	92.3
35	89.7	104.9	120.1	56.7	68.6	80.6	68.6	80.7	92.8
36	90.2	105.4	120.6	57.2	69.2	81.1	69.2	81.3	93.3
37	90.7	105.9	121.1	57.9	69.8	81.7	69.7	81.8	93.9
38	91.2	106.4	121.6	58.5	70.4	82.4	70.3	82.4	94.5
39	91.7	107.0	122.2	59.2	71.1	83.1	71.0	83.1	95.2
40	92.3	107.6	122.8	59.9	71.9	83.8	71.7	83.8	95.9

Tabla 4. Modelo de la presión arterial por edad de gestación y corrección por peso

Término	Cálculo	ES	valor T	valor p	RECM*	r ²	F vs. K**
PS							
<i>Gestación</i>							
Constante	109.12	1.7865	61.1	< 0.001	9.2571	0.0088	9.47
Semanas [†]	-0.6916	0.1760	-3.9	< 0.001			
(Semanas) ^{^2}	0.01632	0.0039	4.2	< 0.001			
Desviación estándar	9.2522						
<i>MoM Peso</i>							
Constante	0.820	0.0115	71.3	< 0.001	0.0847	0.1154	251
kg	0.002701	0.0002	15.8	< 0.001			
PD							
<i>Gestación</i>							
Constante	78.10758	1.4021	55.7	< 0.001	7.2652	0.0302	30.8
Semanas	-1.07643	0.1381	-7.8	< 0.001			
(Semanas) ^{^2}	0.023022	0.0031	7.5	< 0.001			
Desviación estándar	7.2614						
<i>MoM Peso</i>							
Constante	0.856	0.0143	59.9	< 0.001	0.1052	0.0511	104
kg	0.00216	0.0002	10.2	< 0.001			
PAM							
<i>Gestación</i>							
Constante	88.45	1.4198	62.3	< 0.001	7.3572	0.0225	23
Semanas	-0.9481	0.1399	-6.8	< 0.001			
(Semanas) ^{^2}	0.02079	0.0031	6.7	< 0.001			
Desviación estándar	7.3534						
<i>MoM Peso (recíproco)</i>							
Constante	1.385	0.0557	24.9	< 0.001	0.0889	0.0863	91.4
1/kg	-39.707	7.1454	-5.6	< 0.001			
(1/kg) ^{^2}	932.096	226.525	4.1	< 0.001			

*Raíz del error cuadrático medio.

r² = coeficiente ajustado de determinación para la ecuación polinómica.

**Estadístico-F vs. modelo constante: todos con valor p < 0.001.

†Edad de gestación en semanas + días/7.

La PS, principal factor determinante de la PD, tuvo efecto de confusión sobre todas las variables maternas y de gestación. La variable con el mayor efecto estadístico sobre la PAM fue el peso materno y no se le encontraron variables de confusión; por el contrario, el peso materno tuvo efecto de confusión para la edad materna, etnia, preeclampsia previa, fumar, dejar de fumar y antecedente familiar de preeclampsia. La edad de gestación fue la segunda en efecto estadístico sobre la PAM, independiente del peso materno, y tuvo efecto de confusión para edad materna, estatura y fumar. No hubo efecto de confusión ni de interacción entre peso materno y edad de gestación. La etnia tuvo efecto de confusión sobre la estatura materna y el antecedente familiar de preeclampsia sobre el grupo étnico diverso y mixto. Por su parte, la paridad fue variable de confusión para la edad materna, fumar y el antecedente familiar de preeclampsia. La única característica excluida del modelo final de la PAM fue el hábito de fumar (F = 0.1741, p = 0.677).

Del análisis de residuales se determinó una desviación estándar constante en cada modelo para calcular

el percentil personalizado de cada presión; se muestran en su respectiva tabla. Los modelos se han codificado en archivo, DOI: 10.6084/m9.figshare.12268328.

Discusión

Las distribuciones generales de PS, PD y MAP resultaron por debajo de los estándares convencionales con o sin embarazo^{1-4,11}, similar a lo descrito en mujeres no gestantes de una población diferente a ésta²⁷. Nótese que el umbral de "presión arterial elevada" según el ACC⁶, 120/80 mmHg, equivale al percentil 97° tanto en esta población de embarazadas como en las mujeres no gestantes del estudio referido²⁷; además, se ha demostrado que este umbral de 120/80 mmHg tiene valor en la predicción de preeclampsia y otros desenlaces perinatales adversos en otros estudios^{7,8}. Por lo tanto, se deben revisar los criterios diagnósticos de hipertensión en el embarazo. Este estudio propone una definición estadística de normalidad; sin embargo, se requieren otros longitudinales para responder de forma satisfactoria este aspecto.

Tabla 5. Modelo multivariado de la presión arterial sistólica en el embarazo

Término	Cálculo	ES	valor T	valor p
<i>Valor medio esperado</i>				
Intersección	18.7195	9.3639	2.0	0.046
Presión diastólica	1.1901	0.1136	10.5	< 0.001
Peso materno	0.5418	0.1182	4.6	< 0.001
Presión diastólica:peso	-0.0054	0.0017	-3.2	0.001
Edad materna	0.0359	0.0314	1.1	0.252
Estatura materna	-0.0591	0.0359	-1.6	0.100
Paridad [†]				
Preeclampsia previa	20.1042	7.8066	2.6	0.010
Edad:preeclampsia previa	-0.5302	0.2261	-2.3	0.019
Nulípara	-15.8734	7.3952	-2.1	0.032
Estatura:nulípara	0.1028	0.0461	2.2	0.026
Fuma	-35.6249	14.2488	-2.5	0.012
Peso:fuma	0.5711	0.2283	2.5	0.012
Dejó de fumar	6.2387	2.7398	2.3	0.023
Peso:dejó de fumar	-0.0937	0.0404	-2.3	0.020
Antecedente familiar de preeclampsia	1.4381	0.8565	1.7	0.093
<i>Desviación estándar</i>	6.2315			

*Raíz del error cuadrático medio = 6.254.

R-cuadrado: 0.551, ajustado: 0.548.

Estadístico-F vs. Modelo constante: 166, valor p < 0.001.

[†]Grupo de referencia: caucásico/hispano con paridad sin preeclampsia.

La distribución MoM fue 1.000 ± 0.061 DE (Shapiro-Wilk = 0.9975, p = 0.004).

El puntaje Z tuvo distribución 0 ± 1.0 DE (Shapiro-Wilk = 0.9981, p = 0.024).

No está previsto responder en este estudio la utilización de sólo tres lecturas o las que sean necesarias; sin embargo es llamativo que alrededor de una quinta parte de los casos necesitó cuatro o más lecturas para conseguir la definición operativa, aquí establecida para el estado basal de la embarazada. La significancia de este hallazgo puede ser motivo de otro estudio.

El sesgo esperado en los valores de la presión arterial por el uso forzoso del brazalete único¹¹ no afecta la validez de los modelos porque el ajuste por peso materno podría corregir el efecto de la circunferencia braquial²⁸. Esta hipótesis debe ser objeto de otro estudio.

La relación entre la PS y la PD con la edad de gestación se expresa aquí mediante ecuaciones polinómicas, similar a lo hecho en un metaanálisis¹⁰. Las curvas para PD resultaron casi idénticas entre ambos estudios, no así las de presión PS. Esto podría deberse a comportamiento consistente a lo largo de la gestación humana para la PD, mas no para la PS, según lo explican los modelos multivariados, en los que la edad de gestación sólo mantiene efecto significativo para la presión PD. Aunque la PS puede expresarse por gestación,

esta relación pierde significancia frente a las características maternas, sus principales determinantes; este hallazgo es congruente con otro estudio, en el cual se cuantificó el volumen sistólico a lo largo de la gestación, pero también se determinó en particular por características maternas²⁹. Por lo tanto, los cambios fisiológicos del embarazo como el volumen circulante, la viscosidad sanguínea, el ritmo cardíaco y las resistencias periféricas se reflejan sobre todo en la PD, la cual a su vez explica aproximadamente 50% de la variación en la PS (esta cuantificación es única en las publicaciones médicas). Al corregirse este efecto, la PS refleja entonces el estado cardiovascular con el que se embaraza la mujer, pero no de origen poblacional o étnico, sino del historial médico: ginecoobstétrico y tabaco.

La relación cuadrática aquí descrita entre la PAM y la gestación es similar a lo publicado por el grupo que diseñó el método estandarizado original¹⁸: fue menor en el segundo trimestre con varianza constante a lo largo de la gestación. Es posible estandarizar la medición de la presión arterial a lo largo del embarazo.

Similar a las PS y PD, las características maternas, sobre todo el peso materno, tuvieron efecto

Tabla 6. Modelo multivariado de la presión arterial diastólica en el embarazo

Término	Cálculo	ES	valor T	valor p
Valor medio esperado				
Intersección	-82.3298	33.2113	-2.5	0.013
Presión sistólica	1.5106	0.3217	4.7	< 0.001
Estatura materna	0.5902	0.2068	2.9	0.004
Presión sistólica:estatura	-0.0061	0.0020	-3.0	0.003
Gestación [†]				
Estatura:gestación	-0.0911	0.0509	-1.8	0.074
	0.0007	0.0003	2.2	0.027
Edad materna	-0.0614	0.0391	-1.6	0.116
Peso materno	-0.000003	0.0121	0.0	1.000
Fuma				
Peso:fuma	31.2338	11.5455	2.7	0.007
	-0.4958	0.1850	-2.7	0.007
Dejó de fumar				
Presión sistólica:dejó de fumar	-9.6010	4.0611	-2.4	0.018
	0.0889	0.0395	2.2	0.025
Paridad [‡]				
Preeclampsia previa	14.4581	5.4690	2.6	0.008
Peso:preeclampsia previa	-0.1799	0.0725	-2.5	0.013
	12.9214	6.2079	2.1	0.038
Nulípara	-0.1013	0.0375	-2.7	0.007
Estatura:nulípara	-0.0105	0.0041	-2.5	0.012
Gestación:nulípara	0.1248	0.0513	2.4	0.015
Edad:nulípara				
Etnia [‡]				
Otro, mixto.	-19.1500	8.0731	-2.4	0.018
Estatura:otro, mixto	0.1161	0.0508	2.3	0.022
	1.5075	0.6625	2.3	0.023
Nulípara:otro, mixto	-25.1961	12.1923	-2.1	0.039
	0.2729	0.1205	2.3	0.024
Este asiático				
Presión sistólica:este asiático				
Desviación estándar	5.0355			

*Raíz del error cuadrático medio = 5.065.

R-cuadrado: 0.533, ajustado: 0.528.

Estadístico-F vs. modelo constante: 98.1, valor p < 0.001.

[†]Edad de gestación en semanas, centrada en 23s 3d y con transformación cuadrática.

Gestación = ((semanas + días/7)-(23 + 3/7))^2.

[‡]Grupo de referencia: caucásico/hispano con paridad sin preeclampsia.

La distribución MoM fue 1.000 ± 0.075 DE (Shapiro-Wilk = 0.9990, p = 0.356).

El puntaje Z tuvo distribución 0 ± 1.0 DE (Shapiro-Wilk = 0.9985, p = 0.081).

determinante sobre la PAM, no secundario o de corrección a la gestación, como sería esperable^{12,24}. Aunque los intervalos de referencia de la presión arterial se construyen de acuerdo con la gestación^{10,18}, deben corregirse por características maternas.

Los efectos de las características maternas sobre la PAM que han descrito otros especialistas¹² tienen similitudes con estos hallazgos; impresionan las diferencias de origen poblacional.

Por diseño no es posible diferenciar entre el efecto fisiológico y el predictivo para preeclampsia previa¹², antecedente familiar de preeclampsia^{12,15} y dejar de fumar³⁰. La aplicación de los modelos presentados aquí debe ser transversal (diagnóstica).

Las investigaciones futuras precisarán lo anterior y otros aspectos, entre ellos el efecto del momento en que se dejó de fumar³¹, el alcance de su aplicación y la utilidad en otros grupos como diabéticas e hipertensas y la relación de COVID-19 con preeclampsia³².

Conclusiones

Es necesario revisar los criterios diagnósticos para hipertensión en el embarazo. Es factible crear intervalos de referencia estandarizados de la presión arterial a lo largo de la gestación. La personalización por características maternas mejora la precisión del modelo, ya que son los principales determinantes de la presión arterial de la embarazada. La PS podría representar en particular el estado cardiovascular con el que se embaraza la mujer, mientras que la PD podría reflejar de manera primordial la adaptación materna a la gestación.

Financiamiento

Ninguno.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

Tabla 7. Modelo multivariado de la presión arterial media en el embarazo

Término	Cálculo	ES	valor T	valor p
Valor medio esperado				
Intersección	68.3306	4.5517	15.0	< 0.001
Peso materno	0.1898	0.0155	12.3	< 0.001
Gestación [†]	0.0319	0.0044	7.2	< 0.001
Edad materna	-0.0495	0.0533	-0.9	0.353
Estatura materna	-0.0176	0.0279	-0.6	0.527
Paridad [‡]				
Preeclampsia previa	62.3303	28.8721	2.2	0.031
Estatura:preeclampsia previa	-0.3593	0.1803	-2.0	0.046
Nulípara	-4.5627	2.3367	-2.0	0.051
Gestación:nulípara	-0.0185	0.0058	-3.2	0.002
Edad:nulípara	0.2047	0.0699	2.9	0.003
Etnia [‡]				
Este asiático	-1.8627	2.4780	-0.8	0.452
Gestación:este asiático	0.0669	0.0308	2.2	0.030
Otro, mixto	-1.4160	0.6598	-2.1	0.032
Nulípara:otro, mixto	2.3129	0.8998	2.6	0.010
Dejó de fumar	-0.8939	0.4967	-1.8	0.072
Antecedente familiar de preeclampsia	1.6792	0.9484	1.8	0.077
Desviación estándar	6.9064			

*Raíz del error cuadrático medio = 6.934.

R-cuadrado: 0.139, ajustado: 0.133.

Estadístico-F vs. modelo constante: 20.5, valor p < 0.001.

[†]Edad de gestación en semanas, centrada en 22s 6d y con transformación cuadrática.

Gestación = ((semanas + días/7)-(22 + 6/7))^2.

[‡]Grupo de referencia: caucásico/hispano con paridad sin preeclampsia.

La distribución MoM fue 1.000 ± 0.087 DE (Shapiro-Wilk = 0.9985, p = 0.091).

El puntaje Z tuvo distribución 0 ± 1.0 DE (Shapiro-Wilk = 0.9985, p = 0.091).

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Bibliografía

- Tranquilli AL, Dekker G, Magee L, Roberts J, Sibai BM, Steyn W, et al. The classification, diagnosis and management of the hypertensive disorders of pregnancy: a revised statement from the ISSHP. *Pregnancy Hypertens.* 2014;4:97-104.
- Lowe SA, Bowyer L, Lust K, McMahon LP, Morton M, North RA, et al. SOMANZ guidelines for the management of hypertensive disorders of pregnancy 2014. *Aust NZJ Obstet Gynaecol.* 2015;55:e1-e29.
- ACOG Practice Bulletin No. 202: Gestational hypertension and preeclampsia. *Obstet Gynecol.* 2019;133:e1-e25.
- Webster K, Fishburn S, Maresh M, Findlay SC, Chappell LC. Diagnosis and management of hypertension in pregnancy: summary of updated NICE guidance. *BMJ.* 2019;366:l5119.
- Hypertension in pregnancy. *Int J Gynecol Obstet.* 1996;53:175-83.
- Whelton PK, Carey RM, Aronow WS, Casey DE, Collins KJ, Dennison Himmelfarb C, et al. 2017 ACC/AHA/AAPA/ABC/ACPM/AGS/APhA/ASH/ASPC/NMA/PCNA Guideline for the prevention, detection, evaluation, and management of high blood pressure in adults: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol.* 2018;71:e127-e248.
- Sutton EF, Hauspurg A, Caritis SN, Powers RW, Catov JM. Maternal outcomes associated with lower range stage 1 hypertension. *Obstet Gynecol.* 2018;132:843-9.
- Reddy M, Rolnik DL, Harris K, Li W, Mol BW, Da Silva Costa F, et al. Challenging the definition of hypertension in pregnancy: a retrospective cohort study. *Am J Obstet Gynecol.* 2020;222:606.e1-e21.
- Wilson M, Morganti AA, Zervoudakis I, Letcher RL, Romney BM, Von Oeyon P, et al. Blood pressure, the renin-aldosterone system and sex steroids throughout normal pregnancy. *Am J Med.* 1980;68:97-104.
- Loerup L, Pullon RM, Birks J, Fleming S, Mackillop LH, Gerry S, et al. Trends of blood pressure and heart rate in normal pregnancies: a systematic review and meta-analysis. *BMC Med.* 2019;17:167.
- Unger T, Borghi C, Charchar F, Khan NA, Poulter NR, Prabhakaran D, et al. 2020 International Society of Hypertension Global Hypertension Practice Guidelines. *Hypertension.* 2020;75:1334-57.
- Wright D, Wright D, Ispas CA, Poon LC, Nicolaidis KH. Mean arterial pressure in the three trimesters of pregnancy: effects of maternal characteristics and medical history. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2015;45:698-706.
- Iwama N, Metoki H, Nishigori H, Mizuno S, Takahashi F, Tanaka K, et al. Blood pressure changes during twin pregnancies: the Japan Environment and Children's Study. *J Hypertens.* 2019;37:206-15.
- Kuleva M, Youssef A, Maroni E, Contro E, Pilu G, Rizzo N, et al. Maternal cardiac function in normal twin pregnancy: a longitudinal study. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2011;38:575-80.
- Wright D, Syngelaki A, Akolekar R, Poon LC, Nicolaidis KH. Competing risks model in screening for preeclampsia by maternal characteristics and medical history. *Am J Obstet Gynecol.* 2015;213:62 e1-e10.
- Poon LCY, Zymeri NA, Zamprakou A, Syngelaki A, Nicolaidis KH. Protocol for measurement of mean arterial pressure at 11-13 weeks' gestation. *Fetal Diagn Ther.* 2012;31:42-8.
- Tayyar A, Krithinakis K, Wright A, Wright D, Nicolaidis KH. Mean arterial pressure at 12, 22, 32 and 36 weeks' gestation in screening for pre-eclampsia. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2016;47:573-9.
- Roberts L, Chaemsaitong P, Sahota DS, Syngelaki A, Nicolaidis KH, Poon LCY. Protocol for measurement of mean arterial pressure at 10-40weeks' gestation. *Pregnancy Hypertens.* 2017;10:155-60.

19. Poon LC, Shennan A, Hyett JA, Kapur A, Hadar E, Divakar H, et al. The International Federation of Gynecology and Obstetrics (FIGO) initiative on pre-eclampsia: a pragmatic guide for first-trimester screening and prevention. *Int J Gynecol Obstet.* 2019;145:1-33.
20. Oviedo-Cruz H R-MM, Cortés-Martínez MA. Intercambiabilidad entre el método por auscultación y por dispositivo electrónico automático de la presión arterial media en mujeres embarazadas sin hipertensión. *Estudio piloto. Ginecol Obstet Mex.* 2017;85:653-8.
21. Lane D, Beevers M, Barnes N, Bourne J, John A, Malins S, et al. Inter-arm differences in blood pressure: when are they clinically significant? *J Hypertens.* 2002;20:1089-95.
22. Poon L, Kametas N, Strobl I, Pachoumi C, Nicolaides K. Inter-arm blood pressure differences in pregnant women. *BJOG.* 2008;115:1122-30.
23. Royston P, Wright EM. How to construct 'normal ranges' for fetal variables. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 1998;11:30-8.
24. Reynolds TM, Vranken G, Van Nueten J. Weight correction of MoM values: which method? *J Clin Pathol.* 2006;59:753-8.
25. Altman DG, Bland JM. Statistics notes: the normal distribution. *BMJ.* 1995;310:298.
26. Ghasemi A, Zahediasl S. Normality tests for statistical analysis: a guide for non-statisticians. *Int J Endocrinol Metab.* 2012;10:486-9.
27. Villarreal-García E, Villarreal-García LV. Presión arterial en población indígena tzotzil de Chiapas, México. *Arch Cardiol Mex.* 2018;88:381-5.
28. Ng CM, Badon SE, Dhivyalosini M, Hamid JJM, Rohana AJ, Teoh AN, et al. Associations of pre-pregnancy body mass index, middle-upper arm circumference, and gestational weight gain. *Sex Reprod Healthc.* 2019;20:60-5.
29. Vinayagam D, Thilaganathan B, Stirrup O, Mantovani E, Khalil A. Maternal hemodynamics in normal pregnancy: reference ranges and role of maternal characteristics. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2018;51:665-71.
30. Pipkin FB. Genetics of preeclampsia C. Smoking in moderate/severe preeclampsia worsens pregnancy outcome, but smoking cessation limits the damage. *Hypertension.* 2008;51:1042-6.
31. Wang X, Lee NL, Burstyn I. Maternal smoking and gestational hypertension: Heterogeneous effect by timing of the exposure. *Pregnancy Hypertens.* 2019;15:123-9.
32. Di Mascio D, Khalil A, Saccone G, Rizzo G, Buca D, Liberati M, et al. Outcome of coronavirus spectrum infections (SARS, MERS, COVID 1 -19) during pregnancy: a systematic review and meta-analysis. *Am J Obstet Gynecol MFM.* 2020;100107.