

11227

29/75



Universidad Nacional Autónoma de México

División de Estudios Superiores
Facultad de Medicina

HOSPITAL GENERAL 1o. DE OCTUBRE
I. S. S. T. E.

NOMOGRAMA PARA LA DETERMINACION ESFIGMOMANOMETRICA
DE LA PRESION ARTERIAL MEDIA

*0° B
Amplificación
Amplificación*

[Handwritten signature]

T E S I S

Que para obtener el Título de:
ESPECIALISTA EN MEDICINA INTERNA

Presenta

DR. AARON VAZQUEZ TENORIO

[Handwritten signature]

DR. EDUARDO MEANEY M.
Asesor de Trabajo

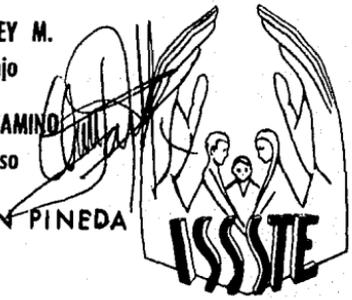
DR. OSCAR SAITA KAMIND

SSSTE Profesor del Curso

SUBDIRECCION MEDICA
UN. 13 1985
H. G. 1o. DE OCTUBRE
DEPTO. DE ENSEÑANZA

DR. M. GUZMAN PINEDA

1985



FALLA DE ORIGEN



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

NOMOGRAMA PARA LA DETERMINACION ESFIGMOMANOMETRICA
DE LA PRESION ARTERIAL MEDIA

INTRODUCCION

La presión arterial media, definida como el promedio de la presión a lo largo de un ciclo cardiaco, reviste gran importancia clínica y fisiológica en virtud de que dicha variable representa la presión a la que son perfundidos los tejidos y porque además se le utiliza en el cálculo de otros importantes índices hemodinámicos.

Debido a la configuración normal de la curva de presión arterial, la presión media funcional, es menor que la presión media aritmética¹. Por muchos años ha sido costumbre calcular la presión arterial media a partir de las mediciones esfigmomano-métricas, mediante una fórmula empírica, según la cual, la presión media equivale a un tercio de la distancia que hay entre las presiones sistólica y diastólica². Dicha fórmula, a nuestro entender, nunca ha sido validada y es relativamente inexacta, cuando se comparan sus resultados con los obtenidos por otros métodos de medición más precisos.

El propósito de este trabajo es por un lado, comparar la exactitud de la fórmula empírica de la presión media con la de métodos más exactos, y por otro, proponer una fórmula validada matemática y experimentalmente.

MATERIAL Y METODOS

Se estudiaron 30 expedientes tomados aleatoriamente de los archivos de la sección de hemodinámica de la Unidad Cardiovascular del Hospital General "Primero de Octubre" y que correspondían a pacientes sometidos a un cateterismo izquierdo diagnóstico. Diecisiete de los pacientes eran mujeres; la edad promedio del grupo fue de 30.6 ± 17 años; dieciocho pacientes tenían algún tipo de enfermedad valvular, 8 tenían cardiopatía congénita, 2 eran isquémicos, uno tenía pericarditis y otro más no tuvo anomalías estructurales.

La presión arterial se midió en todos los casos a través de catéteres convencionales conectados a un convertidor de presión Statham P23. La señal se registró en un polígrafo de inscripción fotográfica, a una velocidad de corrido de 100 mm/seg. Solo se estudiaron registros pertenecientes a pacientes sin arritmias y con trazos de excelente calidad. Se tomó el pico más alto de la curva como la presión sistólica y su nadir como la diastólica. La presión arterial media se determinó en todos los casos mediante la atenuación (damping) electrónica de la señal. También se determinó la presión media mediante el método planimétrico¹ que se ilustra en la Figura 1. Después de escoger un latido, se trazaron líneas verticales desde los puntos que limitan un ciclo cardiaco hasta la línea de base. El área de esa zona fue determinada mediante un planímetro polar, en dos lecturas sucesivas que no mostraron una diferencia

mayor de 0.5 cm^2 entre ambas. Tal como se observa en la Figura 1, el área del cuadrado de la izquierda dividido por su base (L) es igual a la altura (h) que en este caso equivale a 50 mmHg, puesto que en la escala usada, 1 cm equivale a 10 mmHg. El dibujo de la derecha representa el área bajo la curva arterial. Si se determina el área planimétricamente y se divide por la duración del ciclo (L), se obtiene la altura (h), que en el ejemplo equivale a 76 mmHg.

La presión media también se estimó mediante la fórmula empírica:

$$\text{PAM} = \text{PD} + 0.333 \text{ Pdif} \quad (1)$$

donde PAM es la presión arterial media, PD la diastólica y Pdif la diferencial.

Finalmente, la presión media también se calculó mediante una fórmula deducida matemáticamente de la siguiente manera. Tal como se desprende de la fórmula (1), el factor que multiplica a la presión diferencial es el elemento empírico de la fórmula. Por lo tanto, si en una serie de pacientes se conocen las presiones diastólica, diferencial y media, este factor puede ser deducido aritméticamente, en lugar de emplearse un valor arbitrario:

$$\text{PAM} = \text{PD} + (F) \text{ Pdif} \quad (2)$$

donde PAM, y PD y Pdif son los mismos términos ya definidos y F el factor incógnito que debe ser deducido. Los valores promedio de las presiones sistólica, diastólica, diferencial y media (planimétrica) del grupo estudiado se concentran en la tabla I. Substituyendo los valores pertinentes en la fórmula (2), se tiene:

$$77.9 = 63.7 + (F) 32.1$$

Y resolviendo la ecuación:

$$F = 0.442$$

Por lo que la fórmula que se propone es la siguiente:

$$PAM = PD + 0.442 Pdif \quad (3)$$

Los resultados obtenidos con los cuatro métodos descritos se analizaron con los métodos estadísticos estándares^{2,3}, utilizando una computadora Apple II, interfazada a un graficador X-Y.

RESULTADOS

En la tabla II se concentran los datos obtenidos con los cuatro métodos utilizados, sus valores promedio y las desviaciones estándares de cada serie. Se tomó el método planimétrico como el más exacto y se compararon con él todos los demás métodos. Las figuras 2, 3 y 4 muestran la estrecha correlación de todos los métodos, siendo la más alta la del método electrónico. Sin embargo, cuando las diferentes series de datos se compararon entre sí mediante la prueba t de Student², se observó que la diferencia entre los resultados obtenidos por el método tradicional y los de los otros métodos eran estadísticamente significativas, en tanto que los otros 3 métodos no guardaron diferencia importante entre ellos. La diferencia promedio entre el método planimétrico y el tradicional fue de 3.65 mmHg, con una $p < 0.005$. Con los datos obtenidos con la fórmula propuesta se construyó un nomograma (figura 5) que permite el fácil cálculo de la presión media a partir de datos esfigmomanométricos. La columna de la izquierda (A) contiene los valores de presión sistólica, la de la derecha (B) los de la diastólica y la de enmedio (C), los de la presión media calculada con el factor 0.442. Basta entonces trazar una línea que una los valores sistólico y diastólico encontrados por esfigmomanometría para obtener fácilmente el valor de la presión media. Los mismos datos sirvieron para formar la tabla III, en cuyo margen superior están los valores de la presión sistólica y en el vertical los valores de la diastólica. La intersección de los ejes de cada uno de los valores

marca el valor de la presión media. Finalmente, la figura 6 muestra un hecho que los datos que informan el trabajo no ponen de relieve.

En virtud del tipo de pacientes tomados al azar (jóvenes, normotensos, en ayuno de más de 12 horas, sedados, etc.), la presión arterial promedio del grupo es baja. La figura 6 muestra el nomograma ya descrito, pero ahora al lado derecho de la línea que contiene los valores de la presión media calculada con el factor 0.442, se ha dibujado otra que contiene los valores calculados con el factor 0.333. Se puede apreciar que a medida que el nivel de la presión aumenta, la diferencia (las áreas oscuras de la figura) entre ambos métodos también crece. Por ejemplo, una presión de 220/110 corresponde a una presión media de 159 mmHg con el método del factor 0.442. En cambio si se usa la fórmula del factor 0.333 la presión media calculada es de 147 mmHg, 12 mmHg menos que el primer valor.

DISCUSION

Si la curva de presión intrarterial fuera sinusoidal, la presión media sería exactamente igual que la presión diferencial entre dos. En otras palabras, la presión media funcional equivaldría a la presión media aritmética. Sin embargo, la configuración normal de la curva de presión arterial está lejos de parecerse a una senoide. En virtud de que las porciones de baja presión ocupan más tiempo que el pico de alta presión, la presión media funcional es un poco menor que la mitad de la presión diferencial. Cuando se registra esta curva a través de catéteres o agujas intravasculares, con un electromanómetro y en un polígrafo moderno, la presión media se obtiene fácilmente mediante un dispositivo electrónico que atenúa el trazo de la presión. Este procedimiento de medición es tan exacto como el planimétrico (ver figura 2) con la ventaja adicional de su sencillez y facilidad.

Sin embargo, cuando se determina externamente con el esfigmomanómetro, la presión media no puede ser calculada en forma directa. La fórmula utilizada tradicionalmente es totalmente empírica y como se demostró en este trabajo, es bastante inexacta sobre todo en casos de hipertensión. La fórmula que se propone es más exacta y se ha derivado matemáticamente de los datos reales de presión obtenidos por cateterismo, en un número relativamente grande de pacientes con diferentes patologías.

El uso del nomograma o de la tabla son útiles para el cálculo rápido de la presión arterial media.

RESUMEN

Se propone una nueva fórmula para el cálculo de la presión arterial media, a partir de datos esfigmomanométricos. La fórmula tradicional (presión diastólica + 0.333 presión diferencial) es empírica pues el factor que multiplica a la presión diferencial es arbitrario. Este factor fue deducido matemáticamente de los datos de presión intravascular obtenidos en 30 pacientes con diferentes patologías.

La nueva fórmula que se propone es: presión diastólica + 0.442 presión diferencial. Ambas fórmulas fueron comparadas con otros métodos que utilizan planimetría o la atenuación electrónica de la señal. Los 4 métodos tienen excelente correlación entre sí, pero hay diferencias estadísticas entre la fórmula tradicional y la propuesta, siendo ésta más exacta. Con datos proporcionados por la fórmula propuesta se construyeron un nomograma y una tabla para el cálculo rápido de la presión arterial media, a partir de las presiones sistólica y diastólica, determinadas por esfigmomanometría.

T A B L A I

VALORES DE LA PRESION ARTERIAL

n = 30

PRESION SISTOLICA	95.8 ± 15.8 mm Hg
PRESION DIASTOLICA	63.7 ± 13.5 mm Hg
PRESION DIFERENCIAL	32.1 ± 10.2 mm Hg
PRESION MEDIA (PLANIMETRICA)	77.9 ± 13.6 mm Hg

T A B L A I I

ESTA TESIS ES
SALVADOREÑA

DETERMINACION DE LA PRESION MEDIA CON CUATRO DIFERENTES PROCEDIMIENTOS

Método planimétrico	Método electrónico	PD + 0.333 Pdif	PD + 0.442 Pdif
78.4	76	72.3	76.06
79.75	79	72.88	76.9
82.8	82	79.9	83.3
72.9	71	66.23	69.7
73.4	72.5	71.56	75.2
80.8	82	82.87	87.3
86.06	85	79.25	82.1
64.7	64	60.85	65.9
53.48	54.5	51.26	53.7
93.07	94	86.85	91.9
52	51	50.62	52.5
72.5	72	68.15	74.4
95.62	92	92.61	94.5
88.09	89	83.21	87.4
84.6	84	81.9	84.3
63.4	63	61.5	65.5
89.7	90	86.2	90.4
78.4	77	73.5	77.5
80.6	80	80.2	82.1
111.5	112	108.5	112.2
48.6	48	45.9	47.8
89.47	90	89.92	92.6
77.5	78	71.19	76
76.27	76.5	72.55	76.5
87.56	87.5	83.17	88.7
59.04	59	57.21	61.4
71.1	70	67.61	69.5
75.5	75	69.54	73.8
89.65	90	84.57	87.8
80.8	81	76.22	80
<hr/>			
77.91 ± 13.7	77.5 ± 13.8	74.27 ± 13.5	77.89 ± 13.6
		(+)	

(+) p < 0.005

TABLA PARA DETERMINAR LA PRESION ARTERIAL MEDIA

		<u>PRESION SISTOLICA</u>																										
		270	260	250	240	230	220	210	200	190	180	170	160	150	140	130	120	110	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
PRESION DIASTOLICA	160	108	204	200	195	191	186	182	177	172	168	163																
	150	203	199	194	190	185	181	176	171	167	162	158	153															
	140	197	193	189	184	180	175	171	166	161	157	152	148	143														
	130	192	187	183	179	174	170	165	160	156	151	147	142	138	133													
	120	186	182	177	173	169	164	160	155	150	146	141	137	132	128	123												
	110	181	176	172	165	163	159	154	149	145	140	136	131	127	122	118	113											
	100	175	171	166	162	157	153	147	144	139	135	130	126	121	117	112	108	103										
	90	170	165	161	156	152	147	143	138	134	129	125	120	116	111	107	102	98	93									
	80	164	160	155	151	146	141	137	133	128	124	119	115	110	106	101	97	92	88	83								
	70	158	154	150	145	141	136	132	127	123	118	114	109	105	100	96	91	87	82	78	73							
	60	153	148	144	140	132	131	126	122	117	113	108	104	99	95	90	86	81	77	72	68	63						
	50	147	143	138	134	129	125	121	116	112	107	103	98	94	89	85	80	76	71	67	62	58	53					
	40	142	137	133	128	124	119	115	111	106	102	97	93	88	84	79	75	70	66	61	57	52	48	43				
	30	136	132	127	123	118	114	109	105	101	96	92	87	83	78	74	69	65	60	56	51	47	42	38	33			
	20	130	126	122	117	113	108	104	100	95	91	86	82	77	73	68	64	59	55	50	46	41	37	32	29	25		
10	125	120	116	112	107	103	98	94	90	85	81	76	72	67	63	58	54	49	45	40	36	31	28	23	19	14		

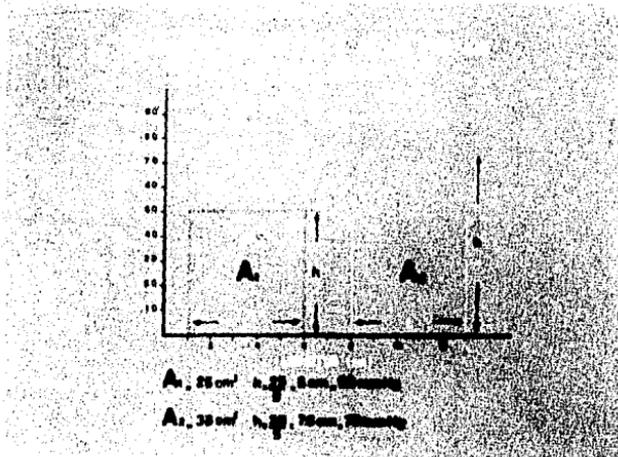


FIGURA 1. CALCULO PLANIMETRICO DE LA PRESION ARTERIAL MEDIA

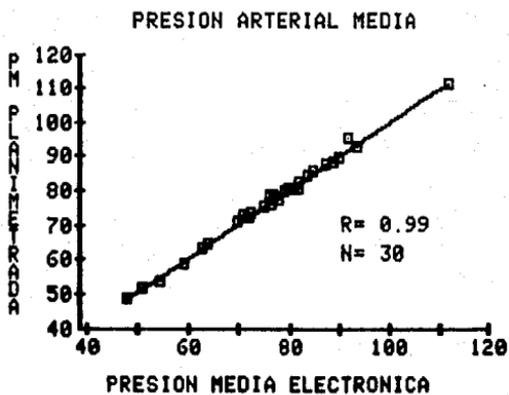


FIGURA 2. Gráfica de correlación matemática entre la presión arterial media planimétrica y la presión media electrónica.

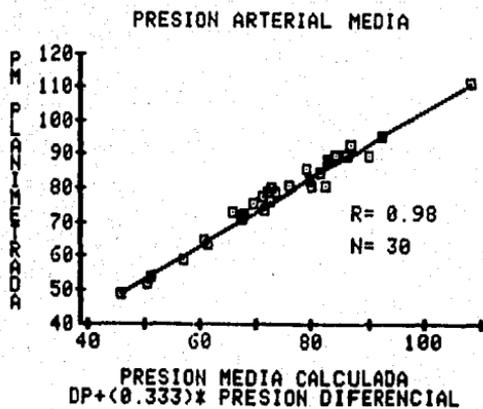


FIGURA 3. Gráfica de correlación matemática entre la presión media planimétrica y la presión media calculada con el factor 0.33

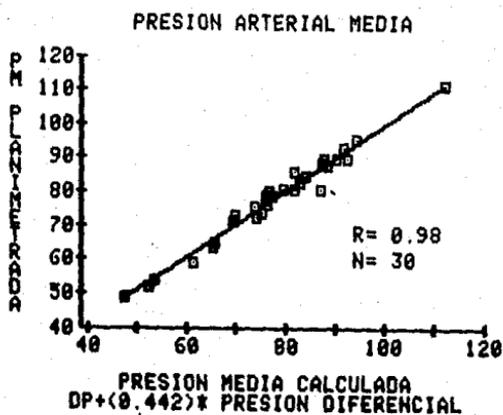


FIGURA 4. Gráfica de correlación matemática entre la presión media planimétrica y la presión media - calculada con el factor 0.442

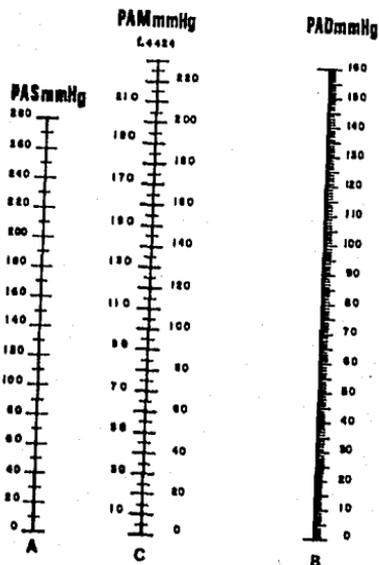


FIGURA 5. Nomograma para calcular la presión arterial media. La columna A contiene los valores de presión sistólica, la columna B los de la diastólica y la C los de la presión media calculada con el factor .442. Basta unir mediante una línea el valor sistólico con el valor diastólico para leer en la columna C el valor de la -- presión media.

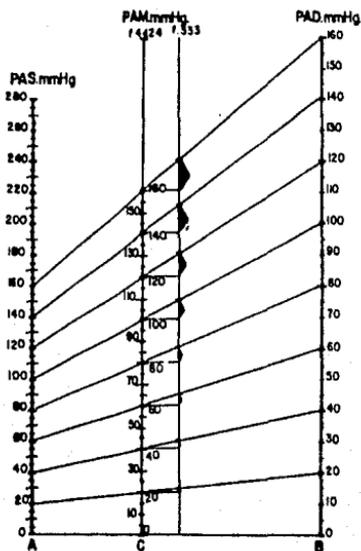


FIGURA 6. Nomograma de la figura 5 al que se le ha agregado una columna con los valores calculados con el factor - 0.333 y que muestra que a medida que - el nivel de presión aumenta, la diferencia (areas oscuras) entre ambos métodos también crece.

REFERENCIAS

1. Rushmer RF: Cardiovascular Dynamics. W.B. Saunders Co., Filadelfia, 3ª edición, 1970, capítulo 5.
2. Spiegel MR: Teoría y Problemas de Estadística. McGraw-Hill, México, 1ª edición, 1970.
3. Diem K: Scientific Table. J.R. Geigy, Basilea, 6ª edición, 1962.