

CAMBIOS EN LA PRESIÓN ARTERIAL MEDIA Y FRECUENCIA CARDIACA SEGÚN LAS DIFERENTES POSICIONES DEL MANGUITO CON RESPECTO A LA LÍNEA MEDIA LONGITUDINAL DEL CUERPO

CHANGES IN MEAN ARTERIAL PRESSURE AND HEART RATE ACCORDING TO THE DIFFERENT POSITIONS OF THE SLEEVE WITH RESPECT TO THE LONGITUDINAL MEDIAN LINE OF THE BODY

Azofeifa-Delgado, V; Coronado-Ocampo, A; Maya-Cancino C; Ramírez-Vindas, V y Trejos-Chiulli, I.
Estudiantes de UCIMED.

Recibido: 25-05-19
Aceptado: 03-06-19

RESUMEN

La presión arterial media y la frecuencia cardiaca son parámetros que se ven afectados directamente por la posición del manguito con respecto a la línea media longitudinal del cuerpo. Ante las diferentes posiciones del manguito, la columna hidrostática y la gravedad afectan el retorno venoso, el cual es regulado por el barorreflejo. La presión arterial media aumenta cuando el manguito se encuentra colgando de la camilla y disminuye cuando el manguito se encuentra en una posición de 90° con respecto a la línea longitudinal del cuerpo ($F= 6,48$; $g.l= 2-39$; $P= 0,0037$). La frecuencia cardiaca es igual independientemente de la posición del manguito ($F= 0,60$; $g.l= 2-39$; $p= 0,55$). La posición del manguito tiene importancia clínica, ya que sin una posición correcta de este, la gravedad y la columna hidrostática van a afectar los valores tanto de la presión arterial media como la frecuencia cardiaca y consecuentemente, la valoración del paciente.

PALABRAS CLAVES: Columna hidrostática, gravedad, retorno venoso, barorreflejo.

ABSTRACT

Mean arterial pressure and heart rate are parameters that are directly affected by the position of the cuff with respect to the longitudinal median line of the body. Before the different positions of the cuff, the hydrostatic column and gravity affect the venous return, which is regulated by the baroreflex. The mean arterial pressure increases when the cuff is hanging from the table and decreases when the cuff is in a position 90 ° to the longitudinal line of the body ($F = 6.48$, $df =$



2-39, $P = 0.0037$). The heart rate is the same regardless of the position of the cuff ($F = 0.60$, $g.l = 2-39$, $p = 0.55$). The position of the cuff is of clinical importance, since without a correct position of the cuff, the gravity and the hydrostatic column will affect the values of the mean arterial pressure and the heart rate and, consequently, the patient's assessment.

KEY WORDS: Hydrostatic column, gravity, venous return, baroreflex.

INTRODUCCIÓN

La presión arterial (PA) es un parámetro de los signos vitales que tiene gran valor clínico. La PA es determinada por la fuerza de bombeo del corazón y la elasticidad de los vasos. Para cada ciclo cardíaco, dicha presión varía entre dos valores, uno máximo que es la presión arterial sistólica (PAS) y uno mínimo conocido como la presión arterial diastólica (PAD). La PA se expresa en dos números y en jóvenes presenta los valores normales de 115-126/71-76mmHg, siendo el primer rango de números la PAS y el segundo rango de números la PAD. Este parámetro se mide mediante la auscultación de los ruidos de Korotkoff y el uso del esfigmomanómetro.(1,2)

El valor de la presión arterial media (PAM) depende del flujo sanguíneo y de la resistencia periférica al flujo; este es el rozamiento que se produce entre la sangre y las paredes arteriales, de manera que, está determinada tanto por parámetros cardíacos como vasculares. En el caso de la PAS, es la fuerza ejercida por la contracción del ventrículo izquierdo, y la PAD, es la resistencia que ejercen los vasos sanguíneos¹.

Siempre habrá variación de la PA conforme el brazo se aleje del grado señalado como punto del eje flebostático (hacia arriba o abajo), es decir, a la altura de la aurícula derecha.(3) La PA y la frecuencia cardíaca (FC) son valores dependientes uno del otro, por lo que el cambio en la posición del brazo generó cambios relacionados en los parámetros.

La diferencia de registros por el cambio en la posición del brazo se ha explicado por el efecto que ejerce la presión hidrostática (PH), más que por factores autonómicos.(3) La PH afecta de

manera especial al territorio venoso, dado que la presión debida al flujo o la presión hidrodinámica es baja.(4)

El efecto de la PH, la cual es esencial en la filtración capilar, es directamente proporcional a la PA, posee valores promedio de 32 mmHg en el extremo arterial del capilar y de 15 mmHg en el extremo venoso de los mismos ubicados en el corazón. Se basa en la presión de la sangre contra las paredes del capilar y lo que ocasiona es la salida del agua de la célula. Para contrarrestar esta fuerza, se ejerce una contraria hacia el interior de la célula llamada presión oncótica, que causa el ingreso del agua; ambas fuerzas se conocen como fuerzas de Starling.(5)

Cuando el volumen de sangre eyectado por el ventrículo distiende las paredes arteriales, se estimulan los barorreceptores que son mecanorreceptores que responden a la distensión de los vasos sanguíneos.

El estímulo viaja hasta llegar a los centros de integración central, generando una respuesta que modifica la frecuencia cardíaca y la fuerza de contracción ventricular, ocasionando cambios hemodinámicos en el organismo.(6)

Debido a lo mencionado, surge la incógnita del efecto que tiene la posición del brazo con respecto a la línea longitudinal del cuerpo sobre la PA y la FC; ambos parámetros presentaron cambios. En este estudio evidenciamos los posibles cambios en la PA y FC según las posiciones del brazo con respecto a la línea longitudinal del cuerpo.



METODOLOGÍA

La investigación se realizó con estudiantes de Fisiología en el segundo semestre del año 2018 de la Universidad de Ciencias Médicas. Los estudiantes presentaron edades entre los dieciocho y los veintitrés años, saludables. La recolección de datos se realizó el día miércoles 26 de septiembre entre las 7 am y las 9 am en el laboratorio de Fisiología, de la UCIMED.

El sujeto experimental se colocó en una camilla en posición decúbito supino y se modificó la posición del brazo en tres ocasiones. En primera instancia, se colocó el brazo junto al cuerpo, en posición anatómica y se mantuvo un tiempo de reposo de 10 minutos. Al transcurrir el periodo de reposo, se realizó la medición de la FC mediante el método palpatorio y la PA mediante el método auscultatorio de los ruidos de Korotkoff, con un estetoscopio y un esfigmomanómetro calibrado. Seguidamente, para el segundo caso, se colocó el brazo colgando de la camilla durante un tiempo de 3 minutos, y se realizaron nuevamente las mismas mediciones. Para el tercer caso, se colocó el brazo elevado en un ángulo de 90° con respecto a la línea longitudinal del cuerpo, se mantuvo en esta posición un tiempo de 3 minutos; al finalizar se realizaron las mismas mediciones mencionadas anteriormente.

Durante el periodo de reposo, en el segundo y tercer caso, se midió la distancia vertical entre el punto medio del neumático del manguito y la línea axilar media.

El método estadístico utilizado fue el de Análisis de Variancia (ANOVA) del cual se realizaron 2, uno para la FC y otro para la PAM, ambos parámetros ante las diferentes posiciones del manguito con respecto a la línea media longitudinal del cuerpo.

RESULTADOS

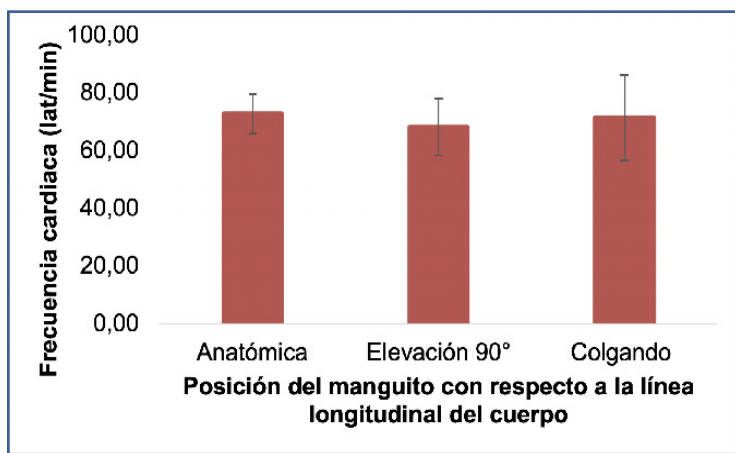


Figura 1. Promedio y desviación estándar de la frecuencia cardíaca según la posición del manguito con respecto a la línea longitudinal del cuerpo.

En posición anatómica se obtuvo una FC promedio de 72.79 ± 6.82 lat/min; el manguito ante una elevación de 90° presentó una FC de 68.36 ± 9.79 lat/min; y en la posición del manguito colgando al lado de la camilla, el valor fue de 71.50 ± 14.85 lat/min. Se observa que la FC es igual independientemente de la posición del manguito ($F= 0,60$; $g.l= 2-39$; $p= 0,55$). Sin embargo, se detectan ciertas tendencias como la presencia de una disminución de la FC cuando el manguito cambia su posición con respecto a la línea longitudinal del cuerpo; más estas diferencias no son significativas. La falta de significancia entre estas condiciones se puede deber a la poca cantidad de sujetos experimentales.

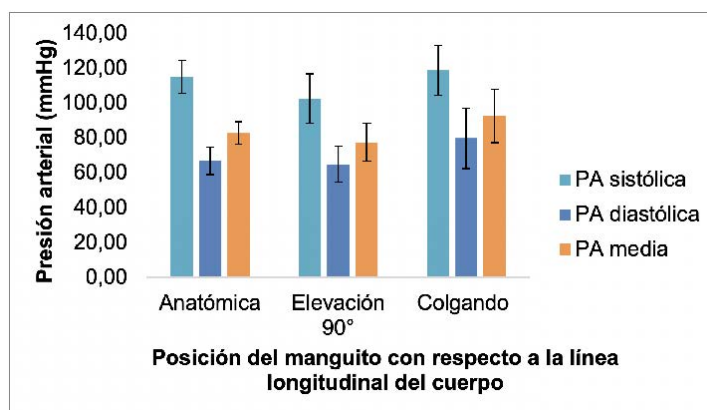


Figura 2. Promedio y desviación estándar de las presiones arteriales sistólica, diastólica y media según la posición del manguito con respecto a la línea longitudinal del cuerpo.



Otro parámetro que se analizó fue la PA en las diferentes posiciones del manguito. En posición anatómica, la PAS tuvo un promedio de 115.14 ± 9.37 mmHg, el manguito con elevación de 90° presentó un promedio de 102.79 ± 14.09 mmHg y en la posición del manguito colgando al lado de la camilla fue de 118.86 ± 14.42 mmHg. En este caso, sí se observan diferencias significativas en la PAS de acuerdo con la posición del manguito ($F= 6,017$; $g.l= 2-39$; $P= 0,0053$), en donde se ve que disminuye ante una elevación de 90° y aumenta con el manguito colgando al lado de la camilla.

La posición del manguito también tiene un efecto sobre la PAD ($F= 5,78$; $g.l= 2-39$; $P= 0,0063$). En este caso, al tener el brazo en posición anatómica se tuvo un promedio de 66.86 ± 7.87 mmHg, en elevación de 90° presentó un valor de 64.86 ± 10.31 mmHg y en posición colgando fue de 79.71 ± 17.43 mmHg. Al igual que para la PAS, se observa una disminución de la PAD cuando el manguito presenta una elevación de 90° y un aumento de PAD con el manguito colgando al lado de la camilla.

En relación con la PAM muestra el mismo comportamiento que las PAS y la PAD, de modo que varía según la posición del manguito ($F= 6,48$; $g.l= 2-39$; $P= 0,0037$). Ante una posición del manguito en posición anatómica, se obtuvo una PAM promedio de 82.95 ± 6.29 mmHg; en el caso del manguito con elevación de 90° , se presentó un valor de 77.50 ± 10.84 mmHg; y el manguito en posición colgando, el promedio fue de 92.76 ± 15.19 mmHg. Se observa una tendencia de una disminución de la PAM con el manguito con elevación de 90° y un aumento de PAM con el manguito en posición colgando. Los resultados experimentales concuerdan con lo esperado en el parámetro de la PAM, donde aumenta cuando se deja el brazo colgando de la camilla y disminuye cuando se eleva el brazo con un ángulo de 90 grados. Sin embargo, la FC sigue la tendencia cuando el brazo se eleva, más cuando se dejó colgando, también disminuyó en vez de aumentar según la teoría.

DISCUSIÓN

En relación con los resultados obtenidos, se evidencia cómo las diferentes posiciones del brazo con respecto a la línea media axilar en un sujeto decúbito supino afectan la PAM y la FC. Se toma como control la medición de la PAM y la FC del sujeto con su brazo colocado junto al

cuerpo, en posición anatómica. De acuerdo a los valores obtenidos se determina el aumento o disminución de la PAM y FC conforme se modifica dicha posición.(4,7) (Figura 3)

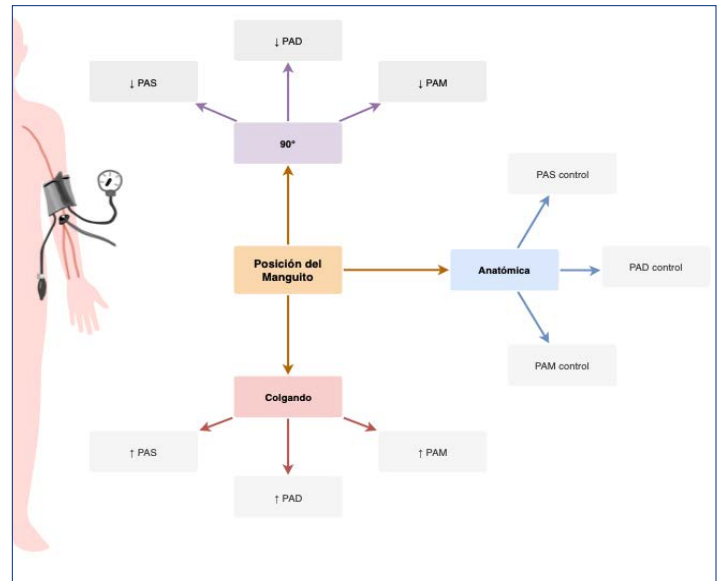


Figura 3. Efecto de la columna hidrostática en las presiones arteriales sistólica, diastólica y media según la posición del manguito con respecto a la línea longitudinal del cuerpo.

El mecanismo fisiológico que actúa ante los cambios de PA con respecto a las diferentes posiciones del brazo, se explica mediante la columna hidrostática y la gravedad. Estas causan un gradiente de presión hidrostática en los compartimentos corporales, que contienen fluidos tales como el sistema circulatorio. Profundizando en el mecanismo, al dejar el manguito colgando de la camilla la columna hidrostática aumenta hacia el punto más bajo de la extremidad que en este caso es la mano.(8) La cantidad de sangre que hay en el sistema venoso se ve influenciada, no solo por el fenómeno de la columna hidrostática, sino también por la fuerza de gravedad. La gravedad dificulta el retorno venoso, generando una disminución de la PAM. Esto va a favorecer la regulación por medio del barorreflejo, de modo que se aumenta la FC(3) y la PAM.(9,10) En los resultados obtenidos se observa este aumento en la FC y la PAM porque la regulación por barorreflejo ocurre en un promedio de dos latidos.(8) Por otro lado, con el manguito elevado a 90 grados, se observó una disminución de la FC y la PAM.(11) Los mecanismos de acción son los mismos, la columna hidrostática y la gravedad.



En este caso la columna hidrostática es menor al final de la extremidad, además al tener una elevación de 90 grados va en contra la gravedad; esto causa que viaje menos sangre a la extremidad y aumente el volumen circulante. El retorno venoso aumenta pero es regulado por el barorreflejo; esto se expresa como una disminución de la FC y la PAM.(12) (Figura 4)

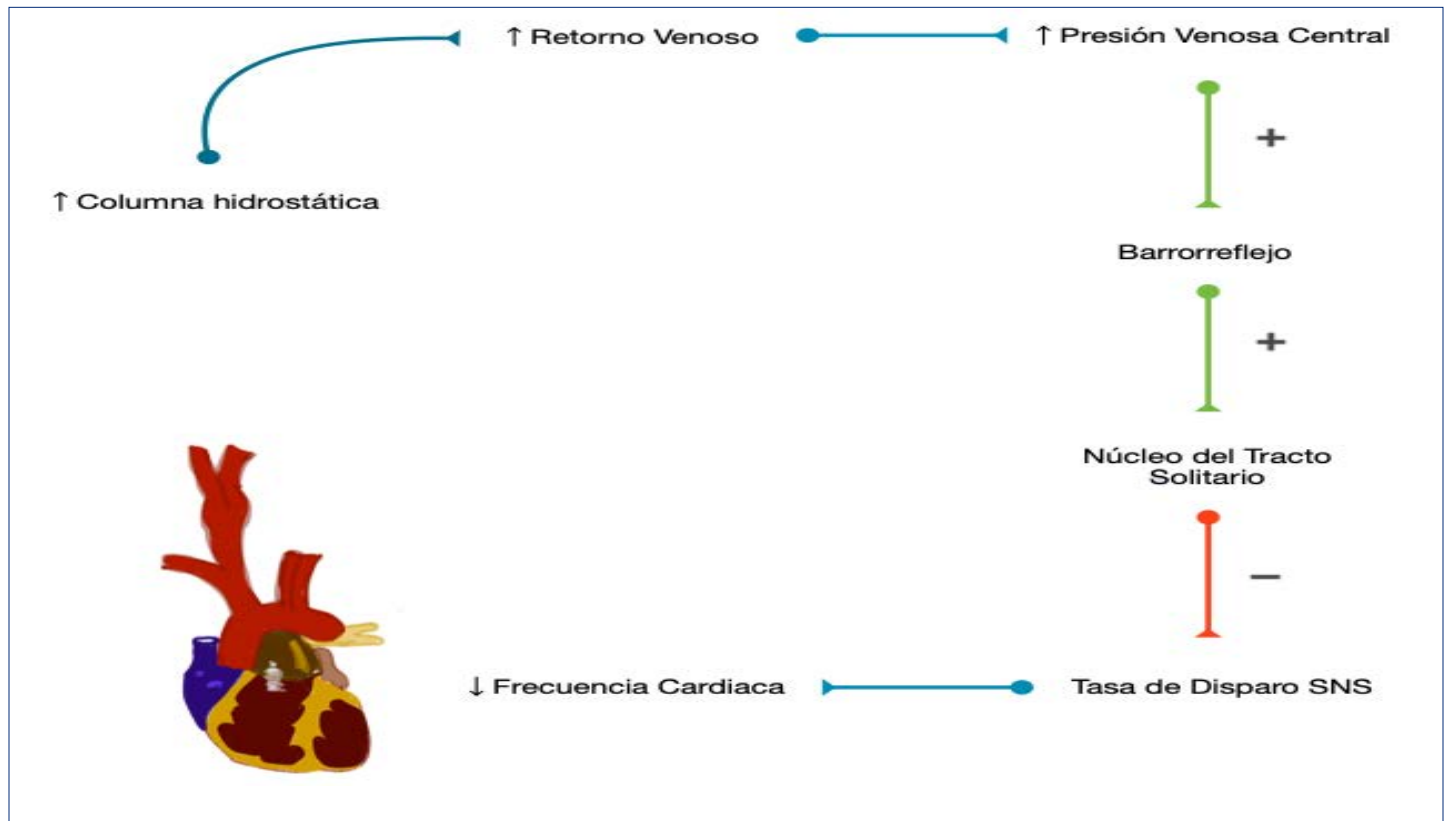


Figura 4. Disminución de la frecuencia cardíaca mediante el barorreflejo. El signo + junto con la línea de color verde representan un efecto excitatorio y el signo - junto con la línea de color rojo representan un efecto inhibitorio.

Tanto la PAM como la FC deberían reaccionar de la misma manera a las condiciones presentadas por su estrecha relación.(13) Aun así, en los resultados se evidencia una discrepancia entre la relación positiva antes mencionada y los valores esperados; la FC disminuyó en vez de aumentar cuando se deja el brazo colgando. Esto puede deberse a la poca cantidad de sujetos experimentales o la variedad de experimentadores tomando los datos. Se intentó evidenciar el incremento de la PAM y la FC cuando el manguito estaba colgando, y la disminución de la PAM y FC con el manguito elevado 90 grados. El cambio en la posición del manguito tiene gran importancia clínica, ya que sin una posición correcta del brazo, la gravedad y la columna hidrostática van a afectar estos valores y consecuentemente, la valoración del paciente.



REFERENCIAS

1. Gerez M. Presión Arterial. 2015;19.
2. Robles-Cabrera A, Michel-Chávez A, Callejas-Rojas RC, Malamud-Kessler C, Delgado G, Estañol-Vidal B. Los barorreflejos arteriales cardiovagal, cardiosimpático y vasosimpático y el control neural de la presión arterial a corto plazo. *Rev Neurol.* 2014;59(11):508–16.
3. Macedo JB. Artículo original Medición no invasora de la tensión arterial en posición supina: brazo perpendicular y paralelo al torso. 2008;24(4):273–7.
4. Breu F, Guggenbichler S, Wollmann J. *Fisiología Humana Tresguerres* [Internet]. Vasa. 2008. p510.
5. Lawrie A. RLO- Starling's Forces. 2005 [actualizado 05 abr 2016; citado 7 agosto 2018].
6. Place A, Arthur M, Dublin LI, Ph D, Marks HH, Mcintire RT, et al. The normal blood pressure range and its clinical implications. *J Am Med Assoc.* 1950;143(17):1464.
7. Hinghofer-Szalkay H. Gravity, the hydrostatic indifference concept and the cardiovascular system. *Eur J Appl Physiol.* 2011;111(2):163–74.
8. Koeppen B, Stanton B. Berne y Levy. *Fisiología + StudentConsult*. Sexta edición. España: Elsevier; 2009: páginas 262, 342.
9. Arrigo M, Huber LC. Eponyms in cardiopulmonary reflexes. *Am J Cardiol.* 2013;112(3):449–53.
10. Hemodynamic Interactions. In: Mohrman DE, Heller L. eds. *Cardiovascular Physiology*, 9e New York, NY: McGraw-Hill; 2018: Chapter 8.
11. Humphreys BYPW, Lind AAR. (Received 4 July 1962). 1963;(1930).
12. Koeppen B, Stanton B. Berne y Levy. *Fisiología + StudentConsult*. Séptima edición. España: Elsevier; 2018: página 357-358.
13. Mancía G, Ferrari A, Gregorini L, Parati G, Pomidossi G, Bertinieri G, et al. Blood pressure and

