

Presión sanguínea en humanos

A través del tiempo, los organismos han sufrido una serie de cambios y adaptaciones, que conocemos con el nombre de evolución. La complejidad de los sistemas biológicos y el aumento en la eficiencia de los mismos, para satisfacer los requerimientos de cada organismo, ha hecho que la morfología y fisiología de los órganos internos y externos, sufran grandes modificaciones dentro de la línea evolutiva. Un ejemplo de este intrincado proceso, en el que los órganos y el sistema en general, se han modificado y generado unidades más complejas, es el sistema circulatorio.

El sistema circulatorio del ser humano, está formado por el corazón y los vasos sanguíneos y su tarea fundamental es asegurar la circulación óptima de la sangre en los diferentes órganos del cuerpo; transporta y distribuye elementos (nutrientes, oxígeno, hormonas, entre otros) a cada célula, y recoge los desechos producidos por estas. Además, el sistema cardiovascular es esencial en el funcionamiento del organismo debido a que se relaciona con múltiples tareas, entre ellas la homeostasis corporal, las funciones del sistema nervioso y la conducta. (Audesirk *et al* 1996). Debido a la importancia de este sistema, la homeostasis circulatoria es un proceso vital, por el cual el funcionamiento del sistema cardiovascular se mantiene en un nivel de eficiencia funcional adecuado a las condiciones que cada conducta requiere. En esta regulación intervienen sensores (mecanorreceptores), centros reguladores (médula oblonga) y efectores (sistemas parasimpático y simpático), que en conjunto tratan de mantener las condiciones cardíacas estables y constantes, en la mayor medida.

En vertebrados, principalmente, la circulación se da gracias a la diferencia de presiones entre las principales arterias y venas, siendo las primeras las encargadas de transportar la sangre expulsada del corazón, y las segundas las que llevan de regreso este fluido a la bomba principal (Gunther y Valverde 2004). La presión sanguínea es una medida de la fuerza que se aplica sobre las paredes de las arterias a medida que el corazón bombea sangre a través del cuerpo. La presión está determinada por la fuerza (gasto cardíaco) y el volumen de sangre bombeada, así como por el tamaño y la flexibilidad de las arterias (resistencia periférica). Al incrementarse el volumen de la sangre, la presión aumenta; si los vasos se hacen más pequeños la presión subirá y se dilatan la presión descenderá; y la presión aumentará entre más cantidad de sangre sea bombeada (Ganong 1996).

La cuantificación de la presión sanguínea en fisiología, se expresa en mm de Hg, o milímetros de mercurio (equivalente a 0.133 Kpa), y el aparato que se utiliza para esta medición es el esfigmomanómetro de mercurio. Las lecturas de presión sanguínea se dan usualmente en dos números: por ejemplo, 110 sobre 70 (escrito como 110/70). El primer número se denomina lectura de la "presión sanguínea sistólica" y representa la presión máxima ejercida cuando el corazón se contrae. El segundo número (el más bajo) se llama lectura de "presión sanguínea diastólica" y representa la presión en las arterias cuando el corazón se encuentra en reposo. En una persona joven, sana y en reposo, la presión arterial oscila entre 120 mm Hg (presión sistólica) y 80 mm Hg (presión diastólica) (Guyton & Hall, 2001).

Durante cada contracción ventricular, la sangre es forzada al interior de las arterias, y se establece una onda de presión que se conduce a lo largo de los vasos conductores; esta onda de presión expande las paredes arteriales al desplazarse, y la expansión es palpable como el pulso. La frecuencia del corazón o pulso, se da normalmente como el número de latidos cardíacos por minuto, y los valores normales en adultos van de 60 a 100 pulsaciones/ minuto (Nielsen 1983).

Con el fin de analizar la presión arterial y algunas variables que la afectan, se midió la presión (sistólica y diastólica) y la frecuencia cardíaca, en dependencia de varios factores, tales como, presión arterial en distintas posiciones del cuerpo (presión hidrostática de la columna de sangre); antes y después de un ejercicio extenuante; antes y después de la ingesta de un fármaco (cafeína); y antes y después del consumo de 1,5 litros

de agua.

MATERIALES Y MÉTODOS

La medición de la presión arterial y la frecuencia cardiaca, se realizó con la ayuda de un esfigmomanómetro digital, constituido por una banda ajustable de tela, que posee dentro un hule inflable a diferentes presiones y un sistema electrónico que ejerce la presión sobre el hule y mide la presión sistólica, diastólica y el pulso. Se midió la presión arterial y la frecuencia cardiaca, en el brazo izquierdo (brazalete alrededor de la parte superior del brazo, de tal manera que el borde inferior del brazalete esté a 2,5 cm por encima del pliegue del codo), en dependencia de varios factores, tales como la presión hidrostática de la columna de sangre, el efecto de un ejercicio intenso, la ingesta de un fármaco (cafeína) y el efecto de un incremento del volumen sanguíneo.

Para analizar el efecto hidrostático de la columna de sangre sobre la presión arterial y frecuencia cardiaca, se midieron, por duplicado, estas dos variables, a una misma persona, ubicándole el brazo izquierdo en distintas posiciones o alturas, con respecto a la posición del corazón. La primera medición se realizó a la persona, sentada en reposo con el brazo izquierdo colgando al lado del cuerpo (brazo al mismo nivel que el corazón), luego sentada en reposo con el brazo izquierdo levantado perpendicularmente hacia arriba (brazo más arriba que el corazón), acostado de lado con el brazo izquierdo colgando (brazo más abajo que el corazón) y acostado en el suelo con el brazo izquierdo al lado del cuerpo pero con las piernas levantadas perpendicularmente y apoyadas en la pared (brazo al mismo nivel que el corazón pero con la carga hidrostática de la sangre de las piernas). El análisis de los datos se realizó con la ayuda del paquete estadístico StatGraphics Plus (v5.1), en el que se calcularon los promedios obtenidos para cada tratamiento y los límites de confianza al 95%. Además se calculó las presiones teóricas que se esperaban obtener, tomando como base la altura, con respecto al corazón, a la que se midió la presión sanguínea; y se comparó con las presiones obtenidas experimentalmente. La presión teórica se obtuvo tras restar la presión hidrostática de la columna de sangre a cierta altura, a la presión arterial con la que la sangre abandona el corazón. La presión hidrostática se calculó con la siguiente ecuación:

$$PH = d \times 760 \text{ mm Hg} / 10 \text{ m}$$

Donde:

d = distancia en metros del corazón al lugar en que se tomó la presión.

La presión arterial, sistólica y diastólica, y la frecuencia cardiaca, fueron medidas a una persona en reposo, antes y después de tres tratamientos específicos. Los valores fueron expresados como aumento relativo (%) de la frecuencia cardiaca y de las presiones sistólica y diastólica iniciales. El aumento relativo para cada una de las variables (p. sistólica, p. diastólica y frecuencia cardiaca) en cada tratamiento, se graficó en función del tiempo. Los gráficos se realizaron en el programa Microsoft Excel. Los promedios obtenidos para cada variable en cada tratamiento, junto con los límites de confianza al 95% se obtuvieron con la ayuda del programa paquete estadístico StatGraphics Plus (v5.1).

En el primer tratamiento, se le midieron las tres variables, a una persona antes y después de un ejercicio intenso. El ejercicio consistió en trotar lo más rápido posible sobre el mismo sitio, levantando las rodillas hasta el pecho. Entre cada medición transcurrió un lapso de 5 minutos, se realizaron dos mediciones antes del ejercicio, y 5 después del ejercicio. El segundo tratamiento, consistió en medir las variables a una persona, antes y después de ingerir 120 mg de cafeína. Las mediciones se realizaron cada 10 min., se realizaron tres antes de la ingesta y tres luego de haber ingerido el fármaco. En el último tratamiento se midieron las variables de una persona en reposo cada 10 minutos durante media hora, antes y después de haber tomado 1.5 litros de agua.

RESULTADOS

Las variaciones en la presión arterial, de una persona, a la que se le midió esta variable tras colocar su brazo izquierdo a diferentes alturas con respecto al corazón, no varió significativamente con las presiones arteriales esperadas, tomando en cuenta la presión hidrostática que ejerce la columna de sangre, a diferentes alturas (Cuadro 1 y anexo A.1.1).

Cuadro 1. Presión sanguínea y frecuencia cardiaca promedio, de una persona, tras ubicar el brazo izquierdo a diferentes alturas, con respecto a la posición del corazón. Nivel de confianza al 95 %.

Posición brazo izq. respecto al corazón	# prueba	Presión Arterial (mm Hg)	Frecuencia Cardiaca (pulsac/min)	Distancia brazo-corazón (m)	Presión Arterial esperada (mm Hg)
Mismo nivel	Promedio	125 – 84	90	0	125 – 84
	Limite confianza $\pm$	Sis 12.71 Dia. 25.41	12.71		
Más arriba	Promedio	103 – 68	94	0.23	107 – 66
	Limite confianza $\pm$	Sis. 12.71 Dia. 12.71	12.71		
Más abajo	Promedio	131 – 80	80	0.17	137 – 96
	Limite confianza $\pm$	Sis. 12.71 Dia. 38.12	50.82		
Mismo nivel con carga hidrostática de sangre de piernas	Promedio	123 – 66	81	0	125 – 84
	Limite confianza $\pm$	Sis. 12.71 Dia. 12.71	12.71		

La medición de la presión sanguínea y la frecuencia cardiaca, en una persona antes y después de realizar un ejercicio intenso, reveló un aumento en ambas variables (cuadro 2, anexo A.1.2), principalmente en la frecuencia cardiaca. El aumento relativo se calculó, tomando como valor de referencia la presión sanguínea (108/ 70) y la frecuencia cardiaca (63 pulsaciones por minuto) en reposo, antes de ejecutar el ejercicio (figura 1).

Cuadro 2. Efecto del ejercicio intenso sobre la presión arterial y la frecuencia cardiaca, medido cada 5 min., durante 20 minutos después de transcurrido el ejercicio.

Tiempo (min)	Presión Arterial (mm Hg)	Pulso cardiaco (pulsac/min)	Cambio Relativo (Sístole) (%)	Cambio Relativo (Diástole) (%)	Cambio Relativo (Frecuencia Cardiaca) (%)
0	136 – 76	95	22	9	60

5	136 – 76	95	22	9	60
10	118 – 75	79	9	7	25
15	115 – 73	78	6	4	24
20	108 – 73	78	0	4	24

Figura 1. Aumento de la frecuencia cardiaca y de las presiones sistólica y diastólica iniciales, en función del tiempo, después de haber realizado un ejercicio intenso

El consumo de cafeína prácticamente no varió la presión sanguínea, se noto un ligero incremento en la presión sistólica, pero el cambio relativo en la presión diastólica y la frecuencia cardiaca fue muy poco (Cuadro 3, Figura 2 y anexo A.1.3). Antes de tomar el fármaco, la presión sanguínea y la frecuencia cardiaca en reposo, fueron respectivamente de 104/ 70 mm de Hg. y 67 pulsaciones por minuto.

Cuadro 3. Efecto de la ingesta de cafeína sobre la presión arterial y la frecuencia cardiaca, medido cada diez minutos, durante 30 minutos después de

haber ingerido el fármaco.

Tiempo (min)	Presión Arterial (mm Hg)	Pulso cardiaco (pulsac/min)	Cambio Relativo (Sístole) (%)	Cambio Relativo (Diástole) (%)	Cambio Relativo (Frecuencia Cardiaca) (%)
0	115 – 76	78	11	9	16
10	120 – 76	78	15	9	16
20	115 – 75	72	11	7	7
30	113 – 73	78	9	4	16

Figura 2. Aumento de la frecuencia cardiaca y de las presiones sistólica y diastólica iniciales, en función del tiempo, después de haber ingerido 120 mg de cafeína.

El consumo de 1.5 litros de agua, aumento un poco la presión sistólica, pero disminuyó la presión diastólica y la frecuencia cardiaca (Cuadro 4, figura 3 y anexo A.1.4).

Cuadro 4. Efecto de la ingesta de 1.5 litros de agua, sobre la presión arterial y la frecuencia cardiaca, medido cada 10 min.,durante 30 minutos

después de haber sido tomado el líquido,

Tiempo (min)	Presión Arterial (mm Hg)	Pulso cardiaco (pulsac/min)	Cambio Relativo (Sístole) (%)	Cambio Relativo (Diástole) (%)	Cambio Relativo (Frecuencia Cardiaca) (%)
0	115 – 70	71	15	0	– 23
10	118 – 73	80	18	4	– 13
20	104 – 67	81	4	– 4	– 12
30	103 – 65	80	3	– 7	– 13

Figura 3. Aumento de la frecuencia cardiaca y de las presiones sistólica y diastólica iniciales, en función del tiempo, después de haber tomado 1.5 litros de agua.

DISCUSIÓN

Cuando se altera la fuerza y la dirección de la gravedad, se pueden observar cambios en la presión sanguínea, tal es el caso de una persona que cambia de posición. Las variaciones en la presión arterial que el sujeto experimental presenta a la hora de tomársele la presión en diferentes posiciones, se debe al efecto de la presión hidrostática, que es ocasionada por la columna de sangre propia del cuerpo humano; esta columna de sangre hará que aumente o disminuya la presión arterial, según la posición del órgano o parte del cuerpo, con respecto al corazón.

A la hora de tomar la presión arterial en la extremidad izquierda, a la altura del corazón, el valor obtenido se asume que es igual a la presión con la que la sangre es expulsada del corazón, ya que la altura entre el brazo y el corazón es de cero metros. La medición de la presión con el brazo elevado (altura igual a 0.23m) produjo un decremento de la presión, que concuerda con la presión que se espera en esta posición; esta disminución en la presión ocurre porque se está eliminando parte de la columna de sangre sobre el corazón, lo que conlleva a una disminución en la presión arterial.

Al medir la presión con el brazo por debajo del corazón (posición horizontal con el brazo caído) ocurre un efecto contrario: se da un aumento de la presión, ya que se tiene un efecto hidrostático mayor, proveniente de la columna de sangre, con respecto a la posición del corazón. La cuarta posición en la cual se evaluó la variación de la presión (acostado con las piernas extendidas hacia arriba), no presentó una variación considerable con respecto a la presión esperada; en ésta, la distancia entre el brazo y el corazón fue de cero metros, por lo que la medida de la presión es prácticamente la misma presión arterial con la que la sangre abandona el corazón.

Bajo condiciones de reposo la presión sanguínea se encuentra controlada por los barorreceptores, los cuales son los encargados de llevar la información a los centros nerviosos responsables de ajustar la presión sanguínea, de manera que esta permanezca entre los límites adecuados (Mc Cauley). Sin embargo, la presión sanguínea y la frecuencia cardiaca, así como el gasto cardíaco y otras componentes de la dinámica del corazón, varían tras exponer al corazón frente a ciertos factores. Uno de estos factores es el ejercicio. Durante el ejercicio muscular hay aumento de la descarga simpática, se da una liberación de adrenalina y noradrenalina, de manera que la contractibilidad miocárdica aumenta, y se incrementa la frecuencia cardiaca. Al aumentar la frecuencia cardiaca y el volumen sistólico, se da un incremento en el gasto cardíaco, que influye sobre la presión arterial (Nielsen, 1983). Experimentalmente, se observó un incremento en la presión sistólica, mientras que la presión diastólica, no varió en mayor medida; este resultado lo explica Ganong; que establece que como consecuencia de la caída neta en la resistencia periférica total (debido a la vasodilatación de los músculos que están realizando ejercicio), la presión arterial sistólica aumenta sólo en grado moderado, mientras que la diastólica suele permanecer inalterada. Otra observación importante es el hecho de que el aumento en la presión es menor que el aumento experimentado por la frecuencia cardiaca; e incluso después del ejercicio, la presión arterial regresa pronto al nivel preexistente, mientras que la frecuencia cardiaca vuelve a la normalidad con más lentitud (Ganong 1996).

Con respecto a la ingesta de cafeína, algunos estudios revelan que la cafeína es estimulante y diurético a la vez, se encarga de estimular el sistema nervioso central y las pulsaciones del corazón. Este fármaco es absorbido en tan sólo unos 5 minutos después de su ingesta y alcanza su nivel más alto en la sangre a los 30 minutos. En el experimento, el sujeto experimental, mostró un pequeño aumento en la presión y en la frecuencia cardiaca, y esto se debe principalmente a que la actividad de la renina (enzima asociada con el control de la presión arterial) aumenta significativamente, así como la misma presión, y este efecto tarda unas 3 horas. Aquellas personas que son más sensibles a los efectos de la cafeína pueden experimentar un breve aumento en la presión sanguínea, pero que no dura más de unas horas (Flores 1980).

Por otra parte, cualquier sustancia que haga aumentar el volumen de la sangre consecuentemente aumentará la presión sanguínea (Gunther y Valverde 2004); esto se comprobó al analizar los datos obtenidos por el consumo de 1.5 litros. En esta parte del experimento, el sujeto muestreado experimentó un aumento en la presión sistólica y una disminución de la presión diastólica y frecuencia cardiaca. El aumento de la presión puede deberse a la intervención del sistema renina–angiotensina, constituido principalmente por la renina, una enzima renal que genera a partir del angiotensinógeno de la sangre una sustancia, la angiotensina, que actúa sobre los vasos sanguíneos aumentando la presión sanguínea. Este sistema modifica el volumen sanguíneo al aumentar, a nivel renal, la retención de líquido a través de una mayor retención de Na^+ (Ganong 1996). La acción correctiva de este sistema disminuye rápidamente el volumen sanguíneo, llevándolo a su valor habitual, por lo que la presión también se estabiliza. En los datos experimentales, se observa que luego de treinta minutos, la presión prácticamente ha recobrado su valor inicial, mientras que el pulso sigue un poco bajo.

El mecanismo general de recuperación de la presión sanguínea y ritmo cardiaco (para todos los tratamientos) se da cuando la presión se encuentra en niveles elevados, debido a la acción de los nervios simpáticos, que son los encargados de aumentar la frecuencia cardiaca y la contracción del corazón. Cuando la presión sanguínea se encuentra a niveles altos, unas células nerviosas que se especializan en detectar alteraciones de la presión llamadas barorreceptores entran en acción, estos barorreceptores se encuentran principalmente en el seno carotídeo y en el arco aórtico. La señal que estos receptores emiten cuando detectan presión sanguínea elevada, llega por varias vías nerviosas hasta el centro vasomotor de la médula oblongada, estos centros vasomotores envían señales al corazón, arteriolas, venas y otros órganos con el fin de disminuir la presión. Por otra parte la disminución del ritmo cardiaco se da por la acción de nervios parasimpáticos, que liberan una sustancia llamada acetilcolina, la cual tiene un efecto contrario a la noradrenalina y adrenalina, por lo que tiene la propiedad de disminuir la frecuencia cardiaca.

Es evidente que la intervención de muchos factores puede afectar la presión sanguínea y la frecuencia cardiaca; sin embargo estas variaciones son parte también de la sensibilidad que tiene este sistema para actuar de diferente manera a factores que le afecten y que puedan prepararle para diversas funciones. A pesar de que durante el experimento, las dos variables estudiadas fluctuaron de su valor inicial, la regulación es altamente eficiente, y gracias a ella se pueden mantener algunos parámetros lo más constantes posible: situación vital para muchas funciones corporales.

La homeostasis cardiovascular (anexo A.2), se lleva a cabo por un regulador, sensores y efectores, que juntos tiene efecto sobre la variable a regular. En la regulación de la presión sanguínea, intervienen el sistema endocrino, el sistema nervioso y el sistema renal (Guyton & Hall, 2001).

La regulación nerviosa se realiza mediante el sistema nervioso autónomo. Los sensores son células nerviosas especializadas (barorreceptores) en detectar las alteraciones de la presión, son receptores de estiramiento, que generan impulsos en proporción al grado de estiramiento de la pared arterial. Cuando aumenta la presión, se produce una estimulación de los receptores, lo que provoca un aumento del número de impulsos enviados por varias vías nerviosas al centro vasomotor de la médula oblongada. Los centros vasomotores del cerebro responden enviando señales al corazón, las arteriolas, las venas y otros órganos, para disminuir la presión. Relacionados con estos receptores se encuentran los quimiorreceptores (células que responden a la falta de oxígeno o al exceso de dióxido de carbono), si la presión cae por debajo de un nivel crítico, éstos se estimulan ya que disminuye el riego. Las señales transmitidas desde los quimiorreceptores al centro vasomotor lo excitan, y éste eleva la presión arterial. Por otra parte, los nervios parasimpáticos entran al corazón por el nervio vago, el que se encarga de reducir el ritmo cardíaco en contraposición a los nervios simpáticos; y los nervios simpáticos hacen que aumente la frecuencia y la fuerza de contracción del corazón, provocan vasoconstricción de las arteriolas y de las venas. Todo ello aumenta el gasto cardíaco. Los nervios simpáticos también estimulan la glándula suprarrenal para que libere cantidades extra de adrenalina y noradrenalina, que estimulan químicamente el corazón para que el latido sea más frecuente y fuerte. La noradrenalina provoca también vasoconstricción de los vasos sanguíneos, excepto los del corazón, a los que dilata para mejorar la

irrigación durante el esfuerzo (Guyton & Hall, 2001). .

El hipotálamo, brinda todos los enlaces importantes entre el cerebro, el sistema nervioso, renal y endocrino. La hipófisis es la glándula endocrina que, bajo el control del hipotálamo, regula la secreción de hormonas para el organismo y se encarga de mantener la presión sanguínea, la contracción de los músculos lisos, y la función renal. El sistema renal ayuda a regular la presión sanguínea incrementando o disminuyendo el volumen sanguíneo mediante el mecanismo renina-angiotensina (Guyton & Hall, 2001).

Bibliografía

- Audesirk, T., Audesirk, G. 1996. Biología. Cuarta Edición. Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A. México. Pp 414.
- Eckert, R.; Randall, D.; Augustine, G. 1995. Fisiología animal, mecanismos y adaptaciones. Tercera edición. Editorial Interamericana Mc Gaw-Hill. Madrid, España. Pp. 683.
- Flores, J. 1980. Compendio de Farmacología Humano. Editorial EUNSA. España. Pp. 589.
- Ganong, W. 1996 Fisiología médica. Décimoquinta edición. Editorial El Manual Moderno, S.A. D.F., México. Pp. 962.
- Gunther, J. & Valverde, S. 2004. La presión sanguínea en el humano. Guía de laboratorio. Poligrafiado. Curso de fisiología animal. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica. Pp 3.
- Guyton, A. & Hall, J. 1998. Fisiología y Fisiopatología. 6ª ed. Ed. McGraw-Hill. México. Pp 729.
- Guyton, A. & Hall, J. 2001. Tratado de Fisiología Medica. 10a ed. Ed. McGrawHill. México. Pp 1280.
- McCauley, W. 1971. Fisiología de los Vertebrados. Ed. Acribia. Zaragoza. Pp 446.
- Schmidt-Nielsen, K. 1983. Fisiología animal. Ediciones Omega SA. Barcelona, España. Pp 499.
- Sheer, B. 1969. Fisiología animal. Ediciones Omega SA. Barcelona, España. Pp 434.

ANEXOS

A.1 Datos experimentales

A.1.1. Presión hidrostática de la columna de sangre

Cuadro A.1.1 Presión sanguínea y frecuencia cardiaca de una persona (duplicado), tras ubicar el brazo izquierdo a diferentes alturas, con respecto a la posición del corazón. Nivel de confianza al 95 %

Posición del brazo izquierdo respecto al corazón	# prueba	Presión Arterial (mm Hg)	Frecuencia Cardiaca (pulsac/min)	Distancia brazo-corazón (m)
Mismo nivel	1	126 – 86	90	0

	2	124 – 82	90	0
	Promedio	125 – 84	90	
	Limite confianza $\pm$	Sis 12.71 Dia. 25.41	12.71	
Más arriba	1	104 – 67	95	0,23
	2	102 – 69	93	0.23
	Promedio	103 – 68	94	
	Limite confianza $\pm$	Sis. 12.71 Dia. 12.71	12.71	
Más abajo	1	130 – 77	76	0,17
	2	132 – 83	84	0.17
	Promedio	131 – 80	80	
	Limite confianza $\pm$	Sis. 12.71 Dia. 38.12	50.82	
Mismo nivel con carga hidrostática de la sangre de las piernas	1	122 – 65	82	0
	2	124 – 67	80	0
	Promedio	123 – 66	81	
	Limite confianza $\pm$	Sis. 12.71 Dia. 12.71	12.71	

A.1.2. Ejercicio intenso

Cuadro A.1.2. Presión arterial y frecuencia cardiaca de la persona en reposo, antes de realizar un ejercicio intenso. Nivel de confianza al 95%

	Presión Arterial (mm Hg)	Frecuencia Cardiaca (pulsac/min)
	112 – 72	62
	104 – 68	64
Promedio	108 – 70	63
Limite confianza $\pm$	Sis. 12.7 Dia. 19.7	12.7

A.1.3 Ingestión de cafeína

Cuadro A.1.3. Presión arterial y frecuencia cardiaca de la persona en reposo, antes de ingerir cafeína. Nivel de confianza al 95%.

	Presión Arterial (mm Hg)	Frecuencia Cardiaca (pulsac/min)
	105 – 70	66

	102 – 68	68
	105 – 72	67
Promedio	104 – 70	67
Limite confianza $\pm$	Sis. 4.3 Dia. 4.96	2.48

A.1.4 Toma de 1.5 litros de agua

Cuadro A.1.4. Presión arterial y frecuencia cardiaca de la persona en reposo, antes de tomar 1.5 litros de agua. Nivel de confianza al 95%

	Presión Arterial (mm Hg)	Frecuencia Cardiaca (pulsac/min)
	97 – 70	98
	104 – 72	83
	99 – 71	95
Promedio	100 – 71	92
Limite confianza $\pm$	Sis. 8.96 Dia. 2.48	19.7

A.2 Regulación de la presión sanguínea y factores que la afectan

A.2.1 Esquema

Barorreceptores

(sensor)

Atrio senos carotitos y arco aórtico

Médula Oblonga

(regulador)

(efectores)

Sistema Simpático Sistema Parasimpático

Segrega noradrenalina Segrega acetilcolina

Vasoconstricción vasodilatación

Aumento del gasto cardiaco y Disminución del gasto cardiaco y

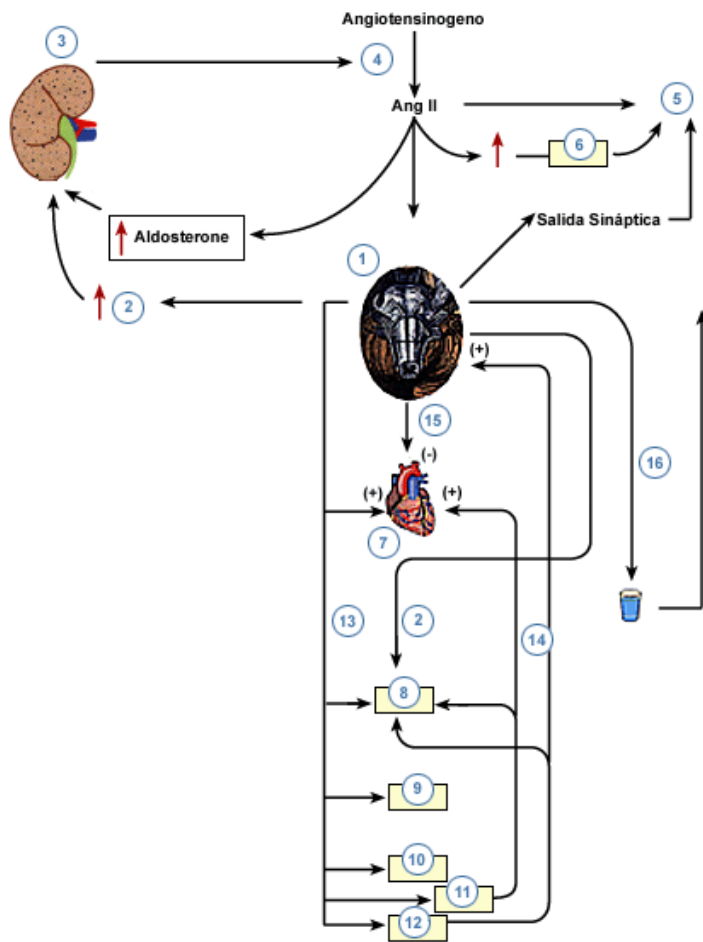
de la presión sanguínea de la presión sanguínea

Presión Sanguínea

(Variable a regular)

Figura 4. Esquema de los mecanismos de regulación de la presión sanguínea.

A.2.3 Figura que ilustra la regulación del sistema cardiovascular.



- Cerebro
- Liberación de vasopresina
- Riñón, donde la vasopresina provoca retención de agua y sodio. El riñón libera renina
- La renina actúa sobre el Angiotensinógeno del plasma y a través de varias reacciones llega a Angiotensina II (Ang II)
- Vasos sanguíneos, se contraen por efectos de Ang II y norepinefrina de origen simpático
- Terminales simpáticos
- Corazón
- Arterias
- Venas
- Glándulas endocrinas
- Médula adrenal
- Riñón
- Circulación
- Adrenalina
- Nervio rojo
- Conductas
- Consumo de bebidas

Los resultados obtenidos experimentalmente se muestran en el apéndice 1, en esta sección se muestra el resumen de los mismos.