

I. INTRODUCCIÓN

En esta lección, Ud. registrará su presión sanguínea, la cual esta compuesta de dos números: presión sistólica (la fuerza de la sangre en sus arterias como el corazón se contrae y la empuja hacia afuera) y la presión diastólica (la fuerza de la sangre entre los latidos cardiacos). Entendiendo la circulación le ayudara a entender y medir exactamente su presión sanguínea.

La sangre circulante provee un sistema de transporte y comunicación entre las células del cuerpo y sirve para mantener un medio ambiente interno estable para una actividad celular óptima. La sangre circula ya que la bomba del corazón va a través de un circuito cerrado de vasos sanguíneos (Fig. 16.1 y 16.2).

El flujo de sangre a través del corazón y los vasos sanguíneos es unidireccional, fluyendo hacia el corazón desde las venas sistémicas y pulmonares, y saliendo del corazón hacia las arterias sistémicas y pulmonares.

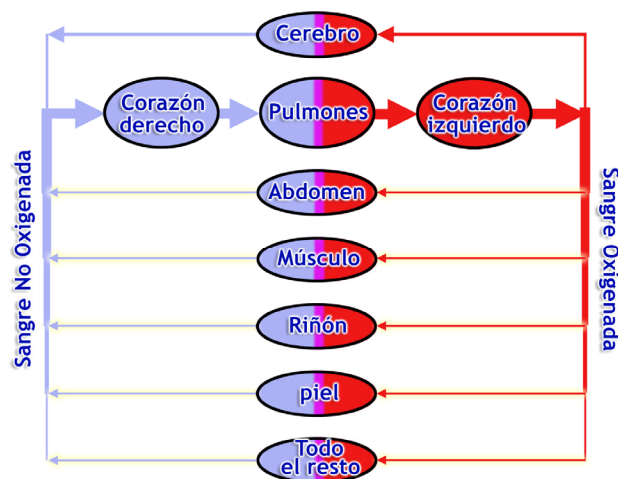


Fig. 16.1

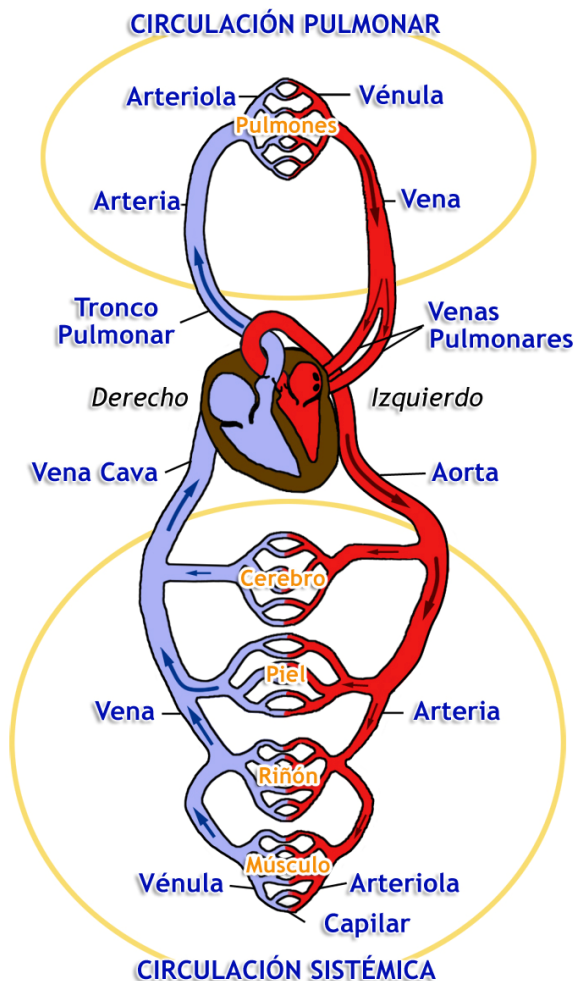


Fig. 16.2

El flujo de sangre a través de las cámaras del corazón es unidireccional por la acción de cuatro válvulas dentro del corazón (ver fig. 16.3) que normalmente evitan un flujo retrógrado o de regreso durante el ciclo cardíaco (un latido cardíaco).

- ❖ La **válvula auriculoventricular derecha** (tricúspide) y la **válvula auriculoventricular izquierda** (bicúspide o mitral) evitan el flujo de regreso de la sangre desde los ventrículos hacia las arterias.
- ❖ La **válvula semilunar pulmonar** y la **válvula semilunar aórtica** evitan el flujo de regreso de la sangre desde las arterias hacia los ventrículos.

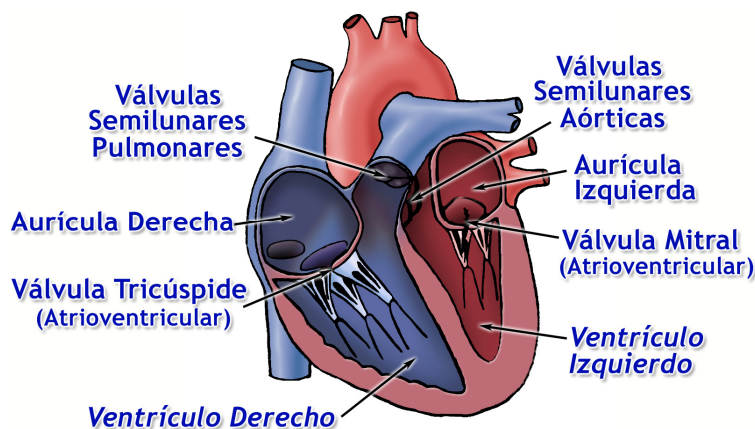
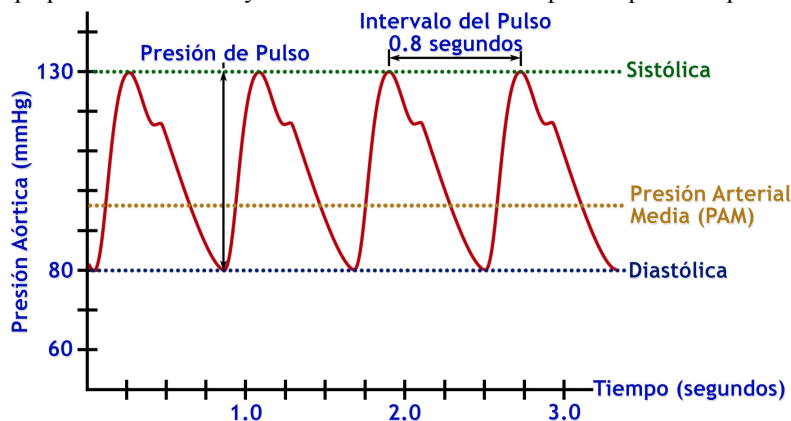


Fig. 16.3 Válvulas del corazón

Los ventrículos izquierdo y derecho son las cámaras de bombeo primarias del corazón. Durante la relajación de los ventrículos (**diástole ventricular**) las válvulas auriculoventriculares se abren y las válvulas semilunares se cierran, haciendo que los ventrículos se llenen con sangre. Durante la contracción de los ventrículos (**sístole ventricular**) las válvulas auriculoventriculares se cierran y las válvulas semilunares se abren, llevando a los ventrículos a empujar la sangre hacia las arterias.

Como el corazón funciona bombeando sangre, los ventrículos se relajan y se llenan con sangre, luego se contraen y empujan la sangre, y esto repite el ciclo de llenado y vaciado. Debido a la naturaleza del ciclo cardíaco la salida de la sangre por los ventrículos hacia las arterias no es continuo. De allí, que tanto la presión y el flujo sanguíneo de las arterias es **pulsátil**, aumentando durante la sístole ventricular y disminuyendo durante la diástole ventricular.

La Fig. 16.4 representa un registro gráfico de los cambios en la presión sanguínea arterial sistémica medida directamente insertando un catéter pequeño en la arteria y colocando el catéter a un aparato que mide presión y la registra.



Presión de Pulso (mmHg) = Presión Sistólica - Presión Diastólica

Presión Arterial Media (mmHg) = $\frac{1}{3}(\text{Presión de Pulso}) + \text{Presión Diastólica}$

Frecuencia Cardíaca (BPM) = $60 \text{ segundos/minuto} \div \text{Intervalo del Pulso (segundos/beat)}$

Fig. 16.4 Ejemplo de los cambios sistemáticos de la presión sanguínea arterial

Presión sistólica es la presión arterial más alta alcanzada durante la sístole ventricular. El rango normal de presión sistólica para un adulto en reposo es 100 - 139 mm Hg.

Presión diastólica es la presión arterial más baja alcanzada durante la diástole ventricular. El rango normal de presión diastólica para un adulto en reposo es 60 - 89 mm Hg.

La diferencia matemática entre la presión sistólica y la diastólica es llamada la **presión de pulso**. La presión de pulso está directamente relacionada al volumen sistólico del corazón e inversamente relacionada al pulso cardíaco y la resistencia periférica total.

- ❖ Por ejemplo, al comienzo del ejercicio, el volumen de sangre que es empujado por un latido (llamado **volumen sistólico**) aumenta, pero debido a que la presión sistólica aumenta más que la presión diastólica, esto resulta en un aumento en la presión de pulso.

En el circuito sistémico (vuelva de regreso a la Fig. 16.2) el flujo de sangre sale del ventrículo izquierdo hacia las arterias sistémicas, y luego serialmente a través de las arteriolas, capilares, vénulas, y venas antes de retornar al corazón para ser bombeado al circuito pulmonar. El flujo va a través de un circuito cerrado como el del circuito sistémico y esta determinado por la energía de la presión que causa el flujo, y la resistencia al flujo ofrecida por las paredes de los vasos sanguíneos (fricción) y la viscosidad interna de la sangre.

La relación entre flujo (F), presión (P) y la resistencia (R) al flujo está expresada como: $F = P/R$

El flujo esta expresado en litros/min., la presión es expresada como **mmHg (torr)**, y la resistencia como unidad de resistencia periférica.

La presión (P) no es ni sistólica ni diastólica sino más bien una presión entre las dos, llamada **presión arterial media (MAP)**. La presión arterial media convierte una presión pulsátil (sistólica/diastólica) en una presión continua que determina la velocidad promedio del flujo sanguíneo desde el comienzo del circuito (ventrículo izquierdo) al final del circuito (aurícula derecha).

Durante el ciclo cardiaco, un latido cardiaco, el ventrículo gasta más tiempo en la diástole que en la sístole. Como resultado, la presión arterial media no es el promedio matemático entre la presión sistólica y diastólica sino más bien una aproximación del promedio geométrico. La Presión Arterial Media (MAP) puede ser calculada usando una de las siguientes ecuaciones:

$$MAP = \frac{\text{presión de pulso}}{3} + \text{presión diastólica} \quad O \quad MAP = \frac{\text{presión sistólica} + 2 \text{ presión diastólica}}{3}$$

Si la presión sistólica fuera 130 mm Hg y la presión diastólica fuera de 80 mm Hg, luego la presión arterial media debería ser de 96.67 mmHg, como se calcula mas abajo:

$$MAP = \frac{50}{3} + 80 = 16.67 + 80 = 96.67 \text{ mm Hg} \quad O \quad MAP = \frac{(130 + 2(80))}{3} = \frac{(130 + 160)}{3} = \frac{290}{3} = 96.67 \text{ mm Hg}$$

CONCEPTOS IMPORTANTES!

Presión sanguínea arterial sistémica es comúnmente medida con métodos indirectos ya que métodos directos de medición son invasivos y no son prácticos ni convenientes para un uso rutinario. Es importante reconocer las limitaciones de la medición indirecta:

- ❖ Métodos indirectos pueden solo dar una aproximación de la presión sanguínea real.
- ❖ Métodos indirectos pueden ser influenciados por la persona que esta tomando la medición – por ejemplo, la persona puede ser capaz de escuchar los cambios de sonido correctamente.
- ❖ Métodos indirectos pueden ser influenciados por la calidad y la calibración del equipo que esta siendo usado.

El método indirecto más común de medición de la presión sanguínea arterial sistémica involucra el uso de un método auscultatorio, que simplemente monitoriza el diagnóstico externo de los sonidos realizados por organos internos. Esto requiere el uso de un estetoscopio o y un **esfigmomanómetro**. El esfigmomanómetro es la compresión de un manguito inflable para restringir el flujo de sangre, una perilla de inflación con válvula de liberación, un manómetro de presión (que puede ser de mercurio o manómetro manual) o un manómetro en la pantalla. El Estetoscopio de BIOPAC contiene un micrófono que detecta los sonidos que pasan por el tubo. El micrófono es muy sensitivo y pueden detectar sonidos que no se oyen. Es muy útil para comparar los sonidos oídos a los registrados por el micrófono.

Los sonidos detectados durante la medición de la presión sanguínea son referidos como los **Sonidos de Korotkoff** y fueron primero identificados por el cirujano Ruso Nicolai Sergeivich Korotkoff en 1905.

La presión arterial es determinada colocando el mango de goma inflable alrededor del brazo. El mango se conecta a un aparato que mide la presión, y al inflarlo colapsa la arteria subyacente, con lo cual se puede escuchar sobre el vaso que esta debajo del mango con el estetoscopio o micrófono (Fig. 16.5).

El sonido es creado por el flujo turbulento de la sangre a través del vaso comprimido. Cuando la presión del mango excede la presión arterial sistólica, la arteria es colapsada, el flujo de sangre a través de esta cesa y no se produce sonido. A medida que la presión del mango es lentamente reducida, el flujo sanguíneo a través de la arteria comienza y cuando la presión del mango cae por debajo de la presión arterial sistólica, un agudo sonido de golpeteo (el primer sonido de **Korotkoff**) puede ser escuchado con el estetoscopio o micrófono sobre la arteria. La presión en el mango, cuando este sonido es escuchado por primera vez, es tomada como una aproximación de la presión sistólica.

Debido a que la presión del mango sigue disminuyendo, los sonidos aumentan en intensidad (y puede asemejarse a un latigazo), y luego repentinamente se hace mas apagado (el segundo sonido de Korotkoff) a nivel de la presión diastólica, luego desaparece. Los sonidos desaparecen cuando el vaso ya no esta comprimido por la presión del mango y un flujo sanguíneo no-turbulento normal se reasume.

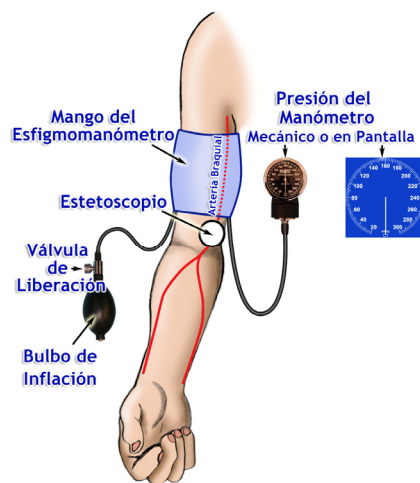


Fig. 16.5 Colocación del Manguito de Presión Sanguínea

Ya que es más fácil determinar cuando el sonido desaparece que cuando se hace mas apagado, ya que solo unos pocos milímetros de mercurio de presión diferencial existe entre los dos, la desaparición del sonido es comúnmente utilizada como un indicador de la presión diastólica.

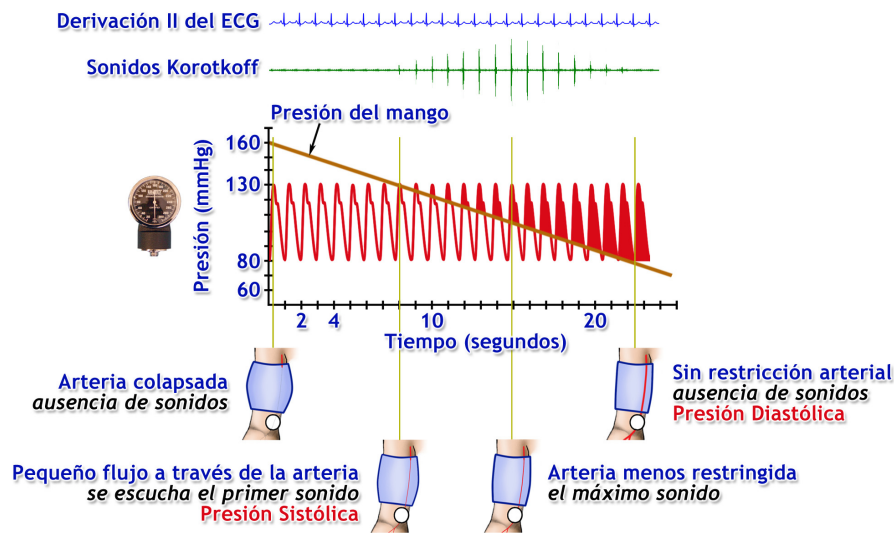


Fig. 16.6

Fig. 16.6 (arriba) es un gráfico que resume este concepto. El diagrama muestra la relación en tiempo entre la onda ECG, el sonido Korotkoff (como se escucha a través del estetoscopio), la presión del mango, la onda de pulso y la presión sanguínea (en el brazo), y la condición de la arteria branquial por debajo del mango. La onda de pulso representa la presión branquial de la arteria por encima del mango. El área sombreada de la onda de la presión aórtica representa el flujo sanguíneo que puede pasar por debajo del mango tan pronto como la presión aórtica excede la presión del mango.

Un concepto que puede ser examinado en esta lección es el tiempo del sonido Korotkoff con respecto a la onda ECG. Los sonidos aparecen aproximadamente al momento de la onda-T. Este sonido ocurre en el momento de la presión pico (sístole), la cual, si se mide en el corazón, podría ocurrir inmediatamente después de la onda-R. Sin embargo, hay un atraso debido al momento en que le toma a la onda de presión alcanzar el brazo, así que los sonidos son saltados en tiempo con respecto a la onda-R. Aunque la onda ECG variará basada en condiciones experimentales (por ejemplo: pre-ejercicio, post-ejercicio), la relación de la onda-P a los sonidos debería tener un intervalo constante dentro de cada condición. Usando este Done, Ud. podrá distinguir sonidos Korotkoff reales de ruidos extraños.

En algunos casos (cuando un Sujeto tiene hipertensión) Ud. puede notar lo que es llamado un “espacio auscultatorio.” Esto ocurre cuando Ud. escucha un sonido a una presión más alta del mango, pero se desvanece cuando la presión disminuye, y luego reaparece a una presión todavía mas baja. Esto puede requerir un método alternativo de medición de la presión arterial, usando una técnica estrictamente palpatoria.

Por convención, la presión sanguínea determinada por métodos indirectos es expresada en la forma de una razón: presión sistólica/presión diastólica. Por ejemplo, si la presión sistólica medida fue 135 mm Hg y la presión diastólica medida fue 80 mm Hg, la presión sanguínea arterial sistémica debería ser expresada como 135/80, y la presión de pulso debería ser 55 mm Hg. Si el sonido llega a ser apagado a 85 mm Hg y desaparece a 80 mm Hg, la presión sanguínea arterial sistémica debería ser expresada como 135/85-80.

Una nota acerca de su lectura Presión Sanguínea desde este Lab

Hay muchos factores que influyen la medición de la presión sanguínea, tales como: constitución genética, edad, peso corporal, estado físico, alto consumo de sal, caféina y otras drogas en el sistema, etc.

La revista de la asociación americana de medicina publicó la siguiente clasificación de datos de la presión sanguínea (Tabla 16.1) del séptimo informe del programa de educación de la alta presión sanguínea del comité nacional en la prevención, detección, evaluación y tratamiento de la presión sanguínea alta (JNC 7):

CLASIFICACIÓN DE LA PRESIÓN SANGUÍNEA PARA ADULTOS DE 18 AÑOS O MAYORES				
CLASIFICACIÓN BP	Sistólica mmHg		Diastólica mmHg	MODIFICACIÓN DEL TIPO DE VIDA
Normal	< 120	y	< 80	Animar
Prehipertensión	120-139	o	80-89	Sí
Estado 1 hipertensión	140-159	o	90-99	Sí
Estado 2 hipertensión	≥ 160	o	≥ 100	Sí

Nota: El Diagnóstico de presión sanguínea alta esta basado en el promedio de dos o más lecturas tomadas en cada una de dos o más visitas después de un screening inicial. Generalmente bajas lecturas deberían ser evaluadas por su significancia. © 2003 AMA

Tabla 16.1 JNC 7 Clasificación Presión Sanguínea

Si su presión sanguínea de acuerdo a esta lección, es determinada como “alta,” Ud. no debería estar demasiado preocupado. Un error podría haber ocurrido mediante la medición, o puede haber otros factores que afectan su sistema que resultaron en una lectura temporalmente alta.

Si Ud. esta preocupado acerca de esto, por favor consulte a su doctor. No trate de diagnosticar o tratarse Ud. mismo basado en las lecturas de presión sanguíneas del laboratorio.

Por favor revise el siguiente procedimiento antes de que Ud. ingrese al Lab así el registro podrá proseguir rápidamente.

Medición de la Presión Sanguínea

Lo siguiente es una revisión del procedimiento básico de medición de la presión sanguínea clínica usando el esfigmomanómetro y estetoscopio, con explicación de la lógica detrás de cada paso.

Como se discutió temprano, esto es una medición de la presión sanguínea indirecta. Puede ser bastante exacto si se realiza tal como se describe, pero sin embargo entregará solo una aproximación de la presión sanguínea absoluta.

Es importante que Ud. trate de minimizar los errores siguiendo el procedimiento de medición como se detalla, y será también importante que Ud. se dé cuenta que es imposible eliminar todos los errores.

Nota: El procedimiento real usado en esta lección tendrá unos pocos pasos adicionales ya que Ud. estará simultáneamente registrando los parámetros.

Paso de medición básico	Razones
1. Seleccione el tamaño apropiado de mango para su Sujeto. <ul style="list-style-type: none"> ❖ El mango del esfigmomanómetro BIOPAC esta diseñando para brazos con una circunferencia desde 25.4 cm (10 pulgadas) a 40.6 cm (16 pulgadas). Este es el rango estándar adulto, y es marcado en el mango para asegurarse de que Ud. cae dentro de este. Si el mango no se ajusta a su Sujeto, Ud. debería elegir a otro Sujeto para esta lección así la lectura será correcta. 	Los mangos vienen en varios tamaños y es importante que Ud. seleccione el tamaño correcto del mango para el brazo del Sujeto si el mango es demasiado grande Ud. podría obtener una lectura menor incorrecta, y si es demasiado pequeño Ud. podría tener una lectura alta incorrecta.
2. Asegúrese que todo el aire en el mango del esfigmomanómetro sea expelido antes de usarlo. <ul style="list-style-type: none"> ❖ De vuelta la válvula completamente en el sentido contrario al reloj y enrolle el mango mientras lo oprime. 	Si aire es dejado en el mango Ud. podría obtener una lectura alta falsa ya que una cantidad excesiva de presión se requerirá para ocluir la arteria braquial.
3. Cierre la válvula. <ul style="list-style-type: none"> ❖ Doble la válvula de escape completamente en el sentido del reloj. 	
4. La Posición del brazo del Sujeto debe estar al nivel corazón. <ul style="list-style-type: none"> ❖ Mantenga el brazo del Sujeto, o ❖ Haga que el Sujeto repose su brazo en la mesa del Lab. 	Ud. necesita minimizar los efectos de la gravedad. El brazo por encima del nivel del corazón puede dar lecturas bajas altas, y el brazo por debajo del nivel del corazón dará lecturas altas falsas.
5. Coloque el mango de tal forma que la marca “Artery” este sobre la arteria branquial del Sujeto (con la flecha en la marca mirando hacia abajo). <ul style="list-style-type: none"> ❖ Hay una marca “Artery” (con la flecha que esta pegada al mango). 	La presión del mango debe ser aplicada directamente a la arteria, la cual requiere que la parte inflada del mango este en la posición apropiada.
6. La posición del mango es tal que la orilla inferior del mango es 1.5 a 2 pulgadas por encima de la fosa antecubital (la parte interna del codo).	La orilla del mango debería ser lo suficientemente alta para evitar cubrir cualquier parte del diafragma del estetoscopio. Esto es para minimizar cualquier ruido extraño causado por la goma del mango por el diafragma.
7. Envuelva el mango uniformemente alrededor del brazo del Sujeto y haga que el Velcro® lo mantenga ajustadamente colocado en el lugar. <ul style="list-style-type: none"> ❖ Después procederá a inflar el mango ligeramente (10-20 mmHg) y así se mantendrá en el lugar si así lo desea. 	Un mango suelto puede dar una lectura alta falsa por la mayor presión requerida para bloquear la arteria braquial.

Paso de medición básico	Razones
8. Asegúrese de que todos los tubos y cables del esfigmomanómetro y el estetoscopio no están enredados.	Cualquier tubo en el esfigmomanómetro que este pinchado o que este presionado puede causar una lectura de presión falsa y si el tubo del estetoscopio esta presionado, puede reducir grandemente el ruido del sonido Korotkoff.
9. Posicione el indicador de la presión del esfigmomanómetro de tal manera que Ud. la pueda leer directamente. ❖ El dial indicador puede ser enganchado a la cinta cosida al mango por sobre la marca “Artery”.	La lectura del dial en un ángulo puede causar una lectura incorrecta debido a un error.
Notas para el paso siguiente: a) Es importante no inflar el mango más de lo que se necesite.	Además de causar dolor en el Sujeto, un mango sobre inflado puede producir un vasoespasmio, el cual puede causar una lectura de presión incorrecta.
b) Es importante no dejar el mango en una presión alta por un periodo prolongado de tiempo.	A pesar de la incomodidad del Sujeto (el cual puede subir su presión sanguínea), la oclusión de la sangre causada por el mango crea una congestión venosa en el antebrazo. La sangre debe permitirse que se drene o puede llevar a una lectura de presión incorrecta. Por la misma razón, es importante esperar por lo menos un minuto (1) minuto entre medidas sucesivas de presión sanguínea.
Pasos que usaremos: 10. Palpar la arteria braquial entre la fosa antecubital y la orilla inferior del mango para encontrar donde el pulso se siente mejor. ❖ Use su primer y segundo dedo para sentir la pulsación de la arteria braquial al interior de su codo. ❖ Durante la lección real, Ud. puede anotar esta posición marcando el sector con un lápiz que se pueda borrar.	El diagrama del estetoscopio necesita ser colocado por sobre la arteria braquial donde el sonido Korotkoff es escuchado mejor. Este procedimiento puede ser un poquito engañoso así que tome nota: El pulso se siente cuando la arteria es comprimida por sobre el hueso o un tejido firme. Para sentir el pulso, comprima la arteria luego libere la presión ligeramente. Después de unos pocos intentos Ud. debería lograrlo.
<u>Técnica alternativa:</u> 10. Infle el mango a 110 mmHg y coloque el diafragma del estetoscopio por sobre la arteria braquial entre la fosa antecubital y la orilla inferior del mango y muévelo alrededor para encontrar el lugar donde el sonido se escucha mejor.	Este procedimiento alternativo puede resultar en una colocación optima del diafragma estetoscopio, pero esto puede tomar mas tiempo en encontrarlo. Como se noto ante, no se pudo inflar el mango por un periodo largo de tiempo, así que esta técnica no es usada en la lección ya que cuando Ud. agregue los pasos requeridos para realizar el registro, simplemente toma mucho tiempo.
Paso que usaremos: 11. Inflar el mango a 160 mmHg. ❖ Bombee el mango rápidamente y luego suéltelo para reducir el engrosamiento vascular distal. ❖ Se asume que la mayoría de los Sujetos en el laboratorio de fisiología tendrán presiones sistólicas por debajo de esta presión.	Si el mango no esta inflado lo suficientemente, la presión sistólica verdadera puede ser perdida. Esta técnica tiene la ventaja de ser rápida y fácil, y por razones discutidas anteriormente, es preferible minimizar la cantidad de tiempo que el mango esta en la presión alta. La desventaja de esta técnica es que usa más presión que la mayoría de los Sujetos probablemente necesitan, y (en raros casos) podría perder el punto de presión diastólica. Sin embargo, ya que un registro simultaneo será realizado, y el tiempo será un tiempo gastado revisando el procedimiento de registro, esta es la mejor técnica ya que es rápida.
<u>Técnica alternativa:</u> 11. Ya sea escuchando a través del estetoscopio, o palpando la arteria radial (en la superficie flexor de la muñeca), infle el mango con 20 a 30 mmHg por encima del punto al cual el sonido y el pulso desaparecen.	Esta técnica asegura que la presión del mango no sea excesivamente alta.

Paso de medición básico	Razones
12. Coloque el estetoscopio en la posición correcta. ➤ No lo empuje excesivamente y trate de mantener una presión constante contra la piel.	La presión excesiva podría distorsionar la arteria y dará una presión incorrecta (generalmente da una lectura de presión diastólica que es demasiado baja). También, una presión excesiva puede causar que el estetoscopio, roce la piel del Sujeto, lo cual puede generar un ruido extraño.
13. Libere la presión a una velocidad de 2 a 3 mmHg/segundos.	Desinflar demasiado lentamente produce congestión venosa, la cual puede dar una lectura de la presión diastólica alta falsa. Desinflar demasiado rápido lleva a inexactitudes ya que el punto real de la presión sistólica o diastólica podría quedar entre un pulso cardíaco, a menor pulso cardíaco la lectura será más inexacta.
14. Note la presión a la cual los sonidos Korotkoff aparecen primero (sistólico).	Este sonido indica la presión más cercana a la presión sistólica .
15. Continúe escuchando y anote la presión cuando los sonidos desaparecen completamente (diastólico).	Esta presión es cercana al punto de la presión diastólica . Nota: El punto al cual los sonidos llegan a ser apagados es más cercano a la presión diastólica pero ya que es más fácil detectar la desaparición del sonido—y la diferencia entre las dos es pequeña—nosotros usaremos el punto de desaparición del sonido.
16. Desinfe el mango tan rápidamente como sea posible después que todos los sonidos desaparezcan.	Esto minimizará las molestias del paciente y reducirá la congestión venosa.

Cuando este evaluando a un paciente o Sujeto, normalmente tomará su presión sanguínea en puntos diferentes en tiempos y/o bajo circunstancias diferentes (en reposo vs. después de ejercicio, etc.) para ver los cambios de la presión sanguínea. Teniendo esto en cuenta, es muy importante que su técnica sea constante cada vez que Ud. la haga. Si dos personas usan técnicas diferentes, ellos pueden tener lecturas ligeramente diferentes, pero la diferencia (o delta)—la cual puede ser el factor más importante—será muy constante para cada persona.