CAPÍTULO 15

Distensibilidad vascular y funciones de los sistemas arterial y venoso

Distensibilidad vascular

TODOS LOS VASOS SANGUÍNEOS SON DISTENSIBLES.

Los vasos MÁS DISTENSIBLES son las VENAS, por ello tienen FUNCIÓN DE RESERVORIO para almacenar grandes cantidades de sangre que pueda utilizarse en cualquier otro punto de la circulación.

Distensibilidad vascular🡪 es el incremento fraccionado del volumen por cada mmHg que aumenta la presión.

LAS VENAS SON 8 VECES MÁS DISTENSIBLES QUE LAS ARTERIAS, por tanto un incremento de la presión provoca incremento de sangre 8 veces mayor en una vena que en una arteria de tamaño comparable.

Las arterias pulmonares tienen una distensibilidad 6 veces mayor que las arterias sistémicas porque actúan con presiones que son aprox. la sexta parte de las que funcionan en el sistema arterial sistémico.

COMPLIANCIA O CAPACITANCIA🡪ES LA CANTIDAD TOTAL DE SANGRE QUE SE PUEDE ALMACENAR EN UNA PORCIÓN DADA DE LA CIRCULACIÓN POR CADA MILÍMETRO DE MERCURIO QUE AUMENTE LA PRESIÓN. (Es igual a la distensibilidad \*volumen)

Una VENA tiene COMPLIANCIA 24 veces MAYOR que una ARTERIA, porque la vena tiene una distensibilidad 8 veces mayor y un volumen 3 veces mayor que una arteria.

El sistema arterial de un adulto normal que se llena con 700 ml de sangre tiene una presi{on arterial media de 100 mmHg, mientras que si el sistema se llena con sólo 400 ml la presión cae a 0.

El sistema venoso tiene un volumen que varía entre 2,000 y 3,500 ml, por lo que necesita un cambio de varios cientos de ml en su volumen para variar su presión en 3 a 5 mmHg solamente.

Cuando aumenta el tono del músculo liso vascular por LA ESTIMULACIÓN SIMPÁTICA SE AUMENTA EL VOLUMEN. Mientras que cuando el tono del músculo liso vascular disminuye por INHIBICIÓN SIMPÁTICA EL VOLUMEN DISMINUYE.

Durante una hemorragia la acción simpática permite que el tono de las venas reduzca el tamaño del vaso lo suficiente para que continúe la circulación casi con total normalidad aunque se haya perdido hasta el 25% del volumen sanguíneo total.

Compliancia diferida

Compliancia diferida🡪se refiere a que un vaso que es expuesto a un aumento de volumen primero muestra aumento de presión, pero luego se produce un estiramiento diferido del músculo liso en la pared de los vasos que permite que la presión vuelva a la normalidad.

Relajación por estress🡪cuando aumenta el volumen de sangre se provoca una distensión elástica inmediata en el vaso sanguíneo, pero después las fibras musculares lisas disminuyen sus tensiones. Este efecto se da en todo el tejido muscular liso.

La compliancia diferida es un mecanismo importante por el cual la circulación se acomoda a los cambios de volumen, tanto al aumento como el que ocurre al realizar una transfusión sanguínea o a la disminución de volumen que ocurre cuando se produce una hemorragia grave.

Pulsaciones de la presión arterial

El flujo sanguíneo tisular es continuo con escaso carácter pulsátil porque el árbol arterial posee una compliancia que reduce las pulsaciones o cambios en la presión hasta que prácticamente desaparecen cuando la sangre llega a los capilares.

PRESIÓN DE PULSO🡪ES LA DIFERENCIA QUE EXISTE ENTRA LA PRESIÓN SISTÓLICA Y PRESIÓN DIASTÓLICA. Su valor normal es 40 mmHg.

PRESIÓN SISTÓLICA🡪120 mmHg

PRESIÓN DIASTÓLICA🡪80 mmHg

PRESIÓN DE PULSO🡪40 mmHg

La presión de pulso se ve afectada por dos factores:

* Volumen sistólico del corazón
* Compliancia del árbol arterial

Si el volumen sistólico aumenta se deberá acomodar mayor cantidad de sangre en el árbol arterial con cada latido, por lo tanto se provocará mayor ascenso y descenso de la presión durante la diástole y la sístole, en consecuencia la presión de pulso aumenta.

LA PRESIÓN DE PULSO ESTÁ DETERMINADA POR LA RELACIÓN ENTRE EL GASTO CARDÍACO Y LA COMPLIANCIA DEL ÁRBOL ARTERIAL.

Perfiles anormales de la presión de pulso

Estenosis de aórtica

* El diámetro de apertura de la válvula aórtica disminuye
* La presión de pulso aórtica disminuye
* Disminuye el flujo sanguíneo que sale por la válvula aórtica

Conducto arterioso permeable

* La mitad o más de la sangre que bombea el ventrículo izquierdo hacia la aorta fluye hacia atrás por medio del conducto arterioso hacia la arteria pulmonar y vasos sanguíneos pulmonares.
* Se produce descenso de la presión diastólica antes del próximo latido.

Insuficiencia aórtica

* La válvula aórtica está ausente o no se cierra completamente
* Se produce flujo retrógrado después de que la sangre es bombeada a la aorta
* La presión aórtica cae hasta 0 entre latidos.
* No se produce la incisura en la curva de presión aórtica, ya que no hay cierre de la válvula aórtica.

Transmisión de los pulsos de presión hacia las arterias periféricas

Transmisión de pulso de la presión en las arterias🡪se refiere a que en el momento en que el corazón bombea la sangre hacia la aorta, ésta distiende su parte proximal y después el frente de onda de distensión se extiende a lo largo de la aorta.

La velocidad de transmisión del pulso de la presión en:

* La aorta normal es de 3 a 5 m/s
* Ramas arteriales grandes de 7 a 10 m/s
* Pequeñas arterias de 15 a 35 m/s

CUANTO MAYOR SEA LA COMPLIANCIA DE CADA SEGMENTO VASCULAR, MÁS LENTA SERÁ LA VELOCIDAD. Es decir que entre más distensible sea el vaso más lenta será la velocidad de transmisión del pulso de la presión.

Amortiguación de los pulsos de presión en las arterias más pequeñas, arteriolas y capilares

SÓLO SE PUEDE PERCIBIR PULSACIONES EN LOS CAPILARES CUANDO LA PULSACI{ON AÓRTICA ES MUY GRANDE O CUANDO LAS ARTERIOLAS ESTÁN MUY DILATADAS.

Amortiguación de los pulsos de presión🡪es la disminución progresiva de las pulsaciones en la periferia.

La amortiguación de los pulsos se origina por:

* LA RESISTENCIA AL MOVIMIENTO DE LA SANGRE EN LOS VASOS🡪porque debe haver una pequeña cantidad de flujo sanguíneo anterógrado en el frente de la onda de pulso para distender el siguiente segmento del vaso.
* COMPLANCIA DE LOS VASOS🡪porque cuanto más distensible sea el vaso se necesita una mayor cantidad de sangre en el frente de la onda de pulso para provocar el aumento de presión.

Métodos clínicos para medir las presiones sistólica y diastólica

Método de auscultación🡪es un medio indirecto. Se realiza colocando el esteroscopio sobre la arteria antecubutal y se infla un manguito de presión arterial en la parte alta del brazo.

Después de los 60 años suele producirse un incremento extra de la presión sistólica, que es consecuencia del descenso en la distensibilidad o del endurecimiento de las arterias, por aterosclerosis. El efecto final es un aumento de la presión sistólica e incremento de la presión de pulso.

Presión media

Es la media de las presiones arteriales medidas milisengundo a milisegundo en un período de tiempo.

Está determinada 60% por la presión diastólica y en 40% por la presión sistólica.

Venas y sus funciones

Son capaces de aumentar y disminuir su tamaño

Almacenan sangre en pequeña o gran cantidad

Mantienen la sangre disponible para cuando la necesite el resto de la circulación

VENAS PERIFÉRICAS IMPULSAN SANGRE MEDIANTE LAS BOMBAS VENOSAS.

AYUDAN A REGULAR EL GASTO CARDÍACO, ya que uno de los determinantes para el gasto cardiaco es el retorno venoso.

Presiones venosas: presión en la aurícula derecha y presiones venosas periféricas.

PRESIÓN VENOSA CENTRAL🡪ES LA PRESIÓN EN LA AURÍCULA DERECHA, se denomina así porque la sangre de todas la venas sistémicas fluye hacia dicha cámara.

La presión en la aurícula derecha está regulada por el equilibrio entre:

* Capacidad del corazón de bombear la sangre hacia el exterior de la aurícula y el ventrículo derecho hacia los pulmones.
* Tendencia de la sangre a fluir desde las venas periféricas hacia la aurícula derecha.

CUALQUIER EFECTO QUE CAUSE UNA ENTRADA RÁPIDA DE SANGRE EN LA AURÍCULA DERECHA DESDE LAS VENAS PERIFÉRICAS ELEVA LA PRESIÓN EN LA AURÍCULA DERECHA.

Algunos de los factores que aumenta el retorno venoso son:

* Aumento del volumen de sangre
* Aumento del tono de los grandes vasos en todo el organismo
* Dilatación de las arterioles

Los mismos factores que regulan la presión en la aurícula derecha también contribuyen a la regulación de gasto cardíaco, porque la cantidad de sangre que bombea el corazón depende de la capacidad del corazón de bombear la sangre y la tendencia de ésta a entrar en el corazón desde los vasos periféricos.

LA PRESIÓN NORMAL EN LA AURÍCULA DERECHA ES DE 0 mmHg. Puede aumentar hasta 20 o 30 mmHg cuando existe insuficiencia cardíaca grave o después de una transfusión masiva de sangre. Su límite inferior es -3 a -5 mmHg y se puede producir por bombeo cardíaco de gran vigor o disminución del retorno venoso después de una hemorragia grave.

Resistencia venosa y presión venosa periférica

Las venas grandes ejercen poca resistencia al flujo sanguíneo cuando están distendidas, su resistencia es casi 0. Sin embargo la mayoría de venas grandes que entran en el tórax están comprimidas, lo cual obstaculiza el flujo.

La presión de las venas pequeñas más periféricas en una persona que está en decúbito es entre +4 y +6 mmHg mayor que la presión en la aurícula derecha.

LA AURÍCULA DERECHA TIENE UNA PRESIÓN NORMAL DE 0 mmHg YA QUE EN EL SISTEMA CIRCULATORIO LA SANGRE FLUYE DE UN LUGAR CON MAYOR PRESIÓN HACIA UNO CON MENOR PRESIÓN.

Cuando la presión de la aurícula derecha aumenta por encima de su valor normal la sangre comienza a volver a las venas grandes con lo que aumenta el tamaño de estas últimas e incluso los puntos de colapso se abren cuando la presión auricular aumenta por encima de +4 a +6 mmHg.

La presión en la cavidad abdominal normalmente es de +6 mmHg, puede aumentar hasta +15 o +30 mmHg como consecuencia del embarazo, tumores grandes, obesidad abdominal o ascitis. Cuando esta presión aumenta, la presión de las venas de las piernas debe aumentar por encima de la presión abdominal antes de que las venas abdominales se abran y permitan el paso de la sangre desde las piernas al corazón.

Presión gravitacional🡪se produce en el aparato vascular del ser humano por el peso de la sangre en las venas.

Las presiones venosas en el organismo varían entre 0 y 90 mmHg.

Cuando una persona está en bipedestación tiene las sig presiones:

* Seno sagital🡪 -10 mmHg
* Venas del cuello 🡪 0 mmHg (se colapsan casi por completo en todo su recorrido hasta el craneo, por la presión atmosférica que hay fuera del cuello)
* Venas de los brazos🡪 +6 mmHg
* Venas de las manos🡪 +35 mmHg
* Venas de los pies🡪 +90 mmHg

Cuando se afirma que la presión arterial es de 100 mmHg se está diciendo que esta presión es la presión a nivel gravitacional del corazón, pero no necesariamente en otra parte del territorio arterial.

Válvulas venosas y bomba venosa, efecto sobre la presión venosa

Las válvulas venosas evitan el flujo retrógrado y aseguran que el flujo sanguíneo venoso vaya hacia el corazón.

Las válvulas venosas se abren cuando los músculos de las piernas se tensan y comprimen las venas tanto de los músculos como de territorios adyacentes. Este sistema de bombeo se conoce como bomba venosa o bomba muscular.

El sistema de bomba venosa es eficiente y en circunstancias normales la presión venosa de los pies de un adulto que camina se mantiene por debajo de +20 mmHg.

Cuando una persona se mantiene en bipedestación perfecta la bomba venosa no funcionaría y la presión venosa en las piernas aumentaría a +90 mmHg en 30 s. En consecuencia las piernas se inflamarían y el volumen de sangre disminuiría.

Cuando las venas han tenido sobreestiramiento debido a una presión venosa excesiva que se ha mantenido durante semanas o meses, las válvulas del sistema venoso se vuelven incompetentes o se destruyen.

El estiramiento de las venas aumenta su superficie transversal, pero las valvas de las válvulas no aumentan de tamaño, por lo que ya no se pueden cerrar completamente. Cuando esto sucede, la presión de las venas de las piernas aumenta en gran medida por el fracaso de la bomba venosa, lo que también aumenta el tamaño de las venas y finalmente destruye todas las válvulas. Es decir, se desarrollan venas varicosas.

Siempre que una persona con venas varicosas se mantiene de pie durante más de unos minutos sus presiones venosa y capilar serán muy altas y se provocará edema constante de las piernas. El edema impide la difusión adecuada de los nutrientes desde los capilares a las células musculares y cutáneas, por lo que se presenta dolor y debilidad en los músculos y la piel se grangrena y ulcera.

La presión venosa puede estimarse observando el grado de distensión de las venas periféricas, en especial de las venas del cuello.

Cuando la presión de la aurícula derecha aumenta hasta +10 mmHg las venas de la parte inferior del cuello comienza a hacer protrusión y todas las venas del cuello se distienden cuando la presión auricular es d +15 mmHg.

El único medio que permite medir con exactitud la presión en la aurícula derecha consiste en insertar un catéter a través de las venas periféricas hasta esa cámara.

Nivel de referencia para la determinación de la presión🡪 punto del sistema circulatorio en el que los factores de presión gravitacional, provocados por los cambios de posición del cuerpo en una persona sana, no afectan a la determinación de la presión en más de 1-2 mmHg en una medición realizada en la válvula tricúspide o cerca de ella.

La ausencia de efectos gravitacionales en la válvula tricúspide se debe a que el corazón previene automáticamente los cambios gravitacionales significativos de la presión en esta válvula de la siguiente forma:

Si la presión en la válvula tricúspide aumenta poco por encima de lo normal, el ventrículo derecho se llena más de los habitual, haciendo que el corazón bombee la sangre más rápido y por tanto disminuye la presión en la válvula hasta un valor medio normal.

Si la presión cae, el ventrículo derecho no puede llenarse adecuadamente, su capacidad de bombeo disminuye y la sangre obstaculiza el sistema venoso hasta que la presión en la válvula tricúspide aumenta a la normalidad.

EL CORAZÓN ACTÚA COMO REGULADOR DE RETROALIMENTACIÓN DE PRESIÓN EN LA VÁLVULA TRICÚSPIDE.

Función de reservorio de sangre de las venas

MÁS DEL 60% DE TODA LA SANGRE VENOSA DEL SISTEMA CIRCULATORIO SUELE ENCONTRARSE EN LAS VENAS.

El sistema venoso actúa como un reservorio sanguíneo en la circulación.

Los senos carotídeos y otras zonas sensibles de la circulación sensibles a la presión activan señales nerviosas cerebrales y medulares cuando la presión arterial cae. Las señales nerviosas activadas responden a la caida de presión principalmente por nervios simpáticos hacia las venas, para producir constricción.

Los reservorios sanguíneos específicos son porciones del sistema circulatorio extensas o distensibles. Dichos reservorios son los siguientes:

* Bazo🡪100 ml.
* Hígado🡪 varios cientos de ml
* Venas abdominales grandes🡪 300 ml
* Plexos venosos situados bajo la piel🡪 varios cientos de ml
* Corazón (50-100 ml) y pulmones(100-200 ml)🡪 aunque no forman parte del sistema de reservorio venoso sistémico, pueden considerarse reservorios sanguíneos.

Bazo, reservorio de eritricitos y eliminador de células viejas.

Bazo🡪 Almacena sangre en los senos venosos y la pulpa. La pulpa roja es un reservorio especial que contiene grandes cantidades de eritrocitos concentrados que pueden expulsarse a la circulación siempre que el SNS se excite y provoque que el bazo y sus vasos se contraigan.

Muchos eritrocitos destruidos en el organismo encuentran su fin en el bazo, al atravesar la pulpa esplénica.

Después la hemoglobina liberada y el estroma celular son digeridos por las células reticuloendoteliales del bazo y los productos de la digestión son reutilizados como nutrientes, a menudo para elaborar células sanguíneas nuevas.

Células reticuloendoteliales del bazo🡪 están en la pulpa del bazo, son fagocíticas grandes. Funcionan dentro de un sistema de limpieza de la sangre. Eliminan rápidamente los restos, bacterias, parásitos, etc.