

Presión venosa central

Su determinación e importancia clínica

ALEJANDRO ARIS

Residente en Cirugía, Maimonides Medical Center, Brooklyn,
New York (Estados Unidos)

La presión venosa central es una constante fisiológica que refleja con fidelidad el rendimiento del músculo cardíaco. Su determinación repetida y frecuente es de gran valor en aquellos casos en que existe un trastorno circulatorio.

El propósito de este trabajo es estimular el interés por el uso de la medida de la presión venosa central como guía sencilla, pero eficaz, en el mantenimiento de un volumen circulatorio óptimo.

El mantenimiento de una circulación adecuada depende de tres factores: acción de la bomba cardíaca, volumen sanguíneo circulante y tono vascular. El fallo circulatorio está representado por el fallo de uno o dos de estos factores o, en el peor de los casos, de los tres. En estas situaciones la medida de la presión venosa central es de especial importancia, pues indica la habilidad del miocardio en expulsar el volumen sanguíneo que le llega.

La determinación del volumen sanguíneo por métodos de dilución (6), con colorantes (azul de Evans) o sustancias radioactivas (hematíes marcados con Cr^{51} o albumina marcada con I^{131}) es costosa y complicada, dando tan sólo el valor de uno de los factores que determinan una circulación efectiva, mientras que las medidas repetidas de la presión venosa central se realizan a la cabecera de la cama del enfermo, no requieren instrumentos especiales e informa del estado de la bomba cardíaca, manteniéndola en su óptimo rendimiento y previniéndola de una sobrecarga.

En la figura 1 vienen representadas las fuerzas que determinan la presión venosa central y los factores que influyen sobre estas fuerzas.

Una sola lectura del valor de la presión venosa central tiene poca aplicación clínica, a no ser que sea anormalmente alto o bajo, en cuyo caso puede ser de ayuda a la hora de tratar trastornos de la dinámica circulatoria.

En la mayoría de los adultos sanos la presión venosa central varía entre 5 y 12 cm H₂O. Una lectura de 0 a 3 cm H₂O acompañada de síntomas clínicos de «shock» indica hipovolemia. Si durante o después de la infusión rápida de 500 c.c. de solución isotónica la presión venosa central se eleva por encima de 15 cm H₂O quiere decir que aquel corazón no puede hacerse cargo de todo el volumen sanguíneo que le llega, bien por hipoxia, bien porque existe una enfermedad cardíaca concomitante; y la terapéutica debe ir encaminada no sólo a reemplazar el volumen circulante sino a mejorar la acción de la bomba cardíaca.

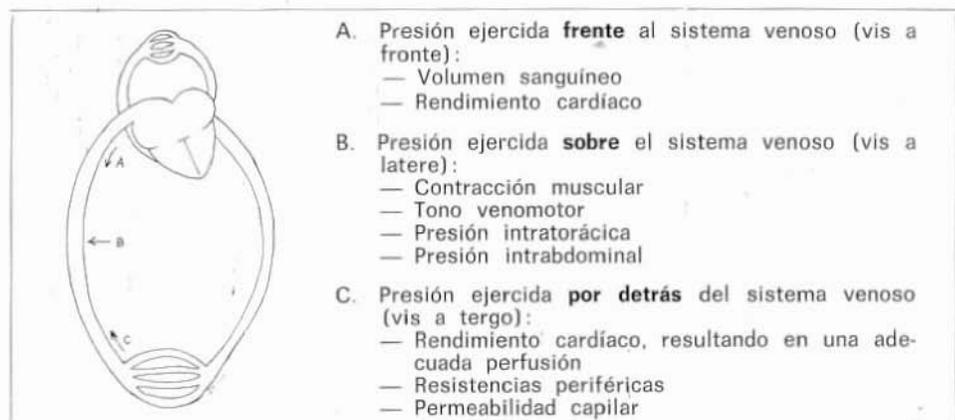
TECNICA

Para conseguir una lectura fiel de la presión venosa central hay que colocar un catéter en la aurícula derecha o en los troncos venosos del mediastino y conectarlo a un manómetro

El uso de sistemas que miden la presión venosa periférica por medio de catéteres emplazados en las venas del brazo o de la pierna debe ser rechazado por ser poco exactos y dar lugar a lecturas que no reflejan con fidelidad la dinámica circulatoria (12).

La presión venosa periférica puede ser normal cuando la central no lo es, debido a que por espasmo, muy común en el estado de «shock», o por la presencia de válvulas venosas la presión en la aurícula derecha no se transmite directamente a la vena periférica incanulada.

La incanulación de la cava inferior a través de la safena interna y de la vena femoral proporciona también lecturas inexactas en presencia de distensión abdominal y, además, el riesgo de complicaciones es tan alto (46 % según Bausmer (12) que su uso debe descartarse.



- A. Presión ejercida **frente** al sistema venoso (vis a fronte):
 - Volumen sanguíneo
 - Rendimiento cardíaco
- B. Presión ejercida **sobre** el sistema venoso (vis a latere):
 - Contracción muscular
 - Tono venomotor
 - Presión intratorácica
 - Presión intrabdominal
- C. Presión ejercida **por detrás** del sistema venoso (vis a tergo):
 - Rendimiento cardíaco, resultando en una adecuada perfusión
 - Resistencias periféricas
 - Permeabilidad capilar

FIG. 1. Representación esquemática de las fuerzas que determinan la presión venosa central y los factores que influyen sobre estas fuerzas.

Ante la necesidad de implantar un catéter en la aurícula derecha para obtener lecturas exactas se han desarrollado diversos métodos. Uno de ellos es el uso de un largo catéter del tipo utilizado para cateterismo cardíaco, introducido por una vena del brazo previa disección quirúrgica de la misma y avanzando hasta que su extremo alcance la aurícula derecha.

Otro método es la disección de la céfalica en el surco deltopectoral y la inserción de un catéter de características corrientes a través de ella.

El método más simple, rápido y efectivo es, sin embargo, la incanulación de la vena subclavia por punción percutánea. Este método, desarrollado por **Wilson** (13) ha sido adoptado ampliamente en los hospitales norteamericanos y cons-

tituye un procedimiento de rutina a la cabecera del enfermo. No necesita disección quirúrgica alguna y las complicaciones, aunque existen, no contraindican su uso.

El material necesario para incanular la vena se reduce a un catéter de polietileno, una aguja-trócar núm. 14 que permita el paso del catéter a través de su luz (o bien un equipo Intracath Bardley, que aporta estos dos elementos en paquetes preesterilizados), una jeringa con solución anestésica (novocaina al 2%), una aguja hipodérmica, solución antiséptica y gasas para preparar la piel, una jeringa de 10 c.c. vacía y un punto de seda para fijar el catéter.

Con el enfermo en decúbito supino y con la cabeza ligeramente rotada hacia el lado contrario al que se intenta puncionar, se divide imaginariamente la clavícula en tres partes iguales. El lugar adecuado para atravesar la piel con la aguja es la unión del tercio medio con el interno, aproximadamente un centímetro por debajo del borde inferior de la clavícula.

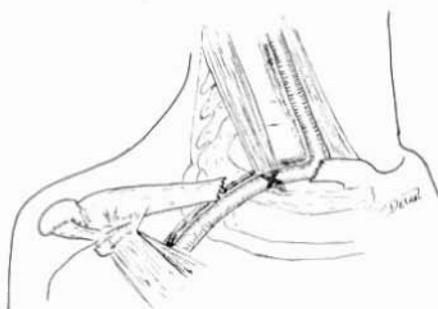


FIG. 2

FIG. 2. Representación esquemática de la anatomía de la región y lugar de punción (x) de la vena subclavia para la medida de la presión venosa central.

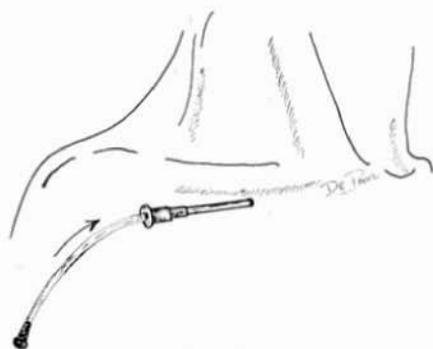


FIG. 3

FIG. 3. Aguja en situación y dirección que debe seguir el catéter en su progresión intravenosa.

Se inyecta una pequeña cantidad de solución anestésica en el punto indicado con objeto de que la punción de la piel no sea dolorosa. Se monta la aguja-trócar en la jeringa de 10 c.c. y se atraviesa la piel. La aguja debe llevar una dirección hacia la línea media y ligeramente hacia atrás y arriba. Se debe pasar por debajo de la clavícula y dirigir la aguja hacia la primera costilla, en cuyo borde superior se encuentra la vena subclavia (fig. 2). Normalmente la jeringa se llenará de sangre roja oscura con rapidez, confirmando la presencia de la aguja en la vena. Si el primer intento no es satisfactorio, se puede probar de nuevo llevando la aguja en dirección más posterior, teniendo cuidado en no atravesar la arteria que se encuentra paralela y posterior a la vena, separada por el escaleno anterior. Una vez obtenida la venopuntura se procede a la incanulación de la vena. Para ello se desconecta la jeringa y se introduce el catéter en la vena a través de la aguja haciéndolo avanzar en toda su longitud (fig. 3). El catéter se conecta a un equipo de administración de flúidos y se deja la llave abierta de momento para que el líquido de la botella fluya con rapidez, lo que indica que no existe obstáculo al-

guno. Entonces se retira la aguja de modo que quede fuera de la piel, atrapada entre ésta y el extremo proximal del catéter. La sangre contenida en la jeringa se puede mandar al Laboratorio como muestra para determinación del hemograma, grupo sanguíneo o ionograma. Una vez funcionando el sistema es importante fijarlo para evitar que el catéter se salga de la vena. Ante todo hay que prevenir que la punta de la aguja perfora el catéter. Un pequeño tubo de plástico colocado en la base de la aguja previamente a la punción venosa puede evitar este accidente. También se puede inmovilizar la aguja y parte del catéter que queda fuera de la piel con una tablilla o un depresor de lengua de madera cortado a medida. El catéter puede fijarse a la piel con un punto de seda o simplemente con esparadrapo. Es de gran importancia el que una vez situado el catéter en la vena no se tire de él a través de la aguja, pues la punta de ésta lo rompería y quedaría flotando libremente en el sistema venoso con riesgo de embolia en el corazón derecho o en la arteria pulmonar.



FIG. 4

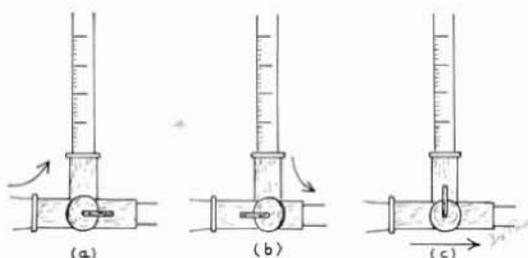


FIG. 5

FIG. 4. Colocación del sistema y del enfermo para la medida de la presión venosa central.

FIG. 5. Triple llave colocada en el sistema. Explicación en el texto.

Para cerciorarse una vez más de que el catéter está en el sistema venoso y con mucha probabilidad en la aurícula derecha, se baja la botella de fluido por debajo del nivel del corazón, obteniéndose un retorno sanguíneo a través del catéter, lo que indica que se halla en posición correcta. Una vez funciona el sistema, se interpone una llave de triple paso en el tubo de administración de fluidos y se conecta a ella un manómetro o bien tan sólo un tercer tubo colocado vertical y con una cinta métrica adosada a él. El cero de la escala debe de estar al mismo nivel que la aurícula derecha, estando el enfermo en decúbito supino. Respecto a la determinación de este nivel no existe un criterio universal, pero lo usual es considerar que la aurícula derecha se halla a unos 6 cm por debajo del manubrio esternal o bien a nivel de la línea axilar media estando el enfermo en decúbito supino absoluto.

El sistema se halla entonces listo para leer la presión venosa central (fig. 4).

Se abre la llave de triple paso de forma que el líquido de la botella llene por completo el manómetro (fig. 5-a). A continuación se abre en dirección con-

traría (fig. 5-b), de forma que el manómetro se ponga en comunicación directa con el sistema venoso. La columna líquida irá descendiendo con lentitud hasta el nivel que corresponda a la presión venosa central. Cuando alcance este nivel se hace inspirar profundamente al enfermo: la columna líquida ascenderá unos centímetros por aumento de la presión torácica. Si la columna líquida desciende con rapidez hasta 0, se trata de un caso de hipovolemia: Entonces puede comenzarse sin peligro la infusión venosa de flúidos a través del propio sistema, simplemente abriendo la llave y dejando que el líquido de la botella fluya libremente en la vena (fig. 5-c).

La incanulación de la vena subclavia aporta además otras ventajas, como: a) obtener muestras de sangre a través del catéter para análisis, simplemente aspirando con la jeringa; b) constituir el catéter una excelente vía de acceso para extraer cuanta sangre sea necesaria del torrente circulatorio en caso de insuficiencia cardíaca congestiva; c) ante un paro cardíaco, la incanulación de la vena subclavia puede ser vital, ya que en pocos segundos se establece una comunicación con el sistema vascular, y a través de ella cabe inyectar fármacos que actuarán directamente sobre el corazón.

COMPLICACIONES Y CONTRAINDICACIONES DEL METODO

Las principales **complicaciones** derivan de la lesión de las estructuras adyacentes a la vena subclavia.

Por dentro de la primera costilla, donde la vena se apoya, emerge la cúpula pleural. El neumotórax por punción de dicha cúpula es la complicación más frecuente.

Otra la constituye el hematoma por extravasación de sangre en los planos aponeuróticos del cuello.

TABLA I

COMPLICACIONES DE LA INCANULACION PERCUTANEA DE LA VENA SUBCLAVIA						
N.º de casos	Wilson (13) Más de 1000	Longerbean (7) 122	Davidson (7) 100	Smith (7) Más de 200	Butner (3) 250	T O T A L Más de 1672
Neumotórax	5	5	1	2	4	17
Hematoma	1	1	3	1	4	10
Punción arteria subclavia	—	3	—	—	3	6
Hemotórax	—	—	—	3	1	4
Embolia de catéter	—	1	—	—	1	2
Tromboflebitis	—	1	—	—	—	1
Punción plexo braquial	—	—	—	1	—	1
COMPLICACIONES	0,6 %	9,9 %	4 %	3 %	5,2 %	4,5 %

La tercera complicación en frecuencia es la punción de la arteria subclavia cuando la aguja lleva una dirección demasiado posterior.

Otras complicaciones menos frecuentes incluyen el hemotórax, la embolización del catéter en el sistema circulatorio por fijación defectuosa, una tromboflebitis y la punción del plexo braquial. Para que esta complicación ocurra es necesario que la aguja esté dirigida todavía más posteriormente que en el caso de la punción de la arteria subclavia.

En la Tabla I se describen las complicaciones más frecuentes en las diferentes series descritas en la literatura. El porcentaje total de complicaciones es del 4,5 %. Un adecuado conocimiento de la técnica y de la región junto a una cuidadosa selección de casos puede disminuir este porcentaje.

Una complicación muy peligrosa, causa de una muerte en el Maimonides Medical Center (3), es la infusión de flúidos en la cavidad pleural ocasionando un hidrohemothorax yatrogénico. La equivocación deriva de que en estos casos la columna líquida del manómetro fluctúa con los movimientos respiratorios. Sin embargo, si se coloca la botella de infusión por debajo del nivel de la aurícula derecha no se obtiene retorno alguno sanguíneo. La verificación de que el catéter está en la vena debe hacerse basándose en la concurrencia de estos dos hechos: a) obtención de un retorno sanguíneo al aspirar a través del catéter (que, por otra parte, también se obtendrá en el caso de que se halle en la arteria) y b) fluctuación de la columna líquida del manómetro con los movimientos respiratorios.

La punción de la vena subclavia tiene dos absolutas **contraindicaciones**:

1. Cuando la capacidad vital está gravemente disminuida por enfermedad respiratoria preexistente, donde el colapso de un pulmón podría acarrear funestas consecuencias.
2. Cuando existe un síndrome de compresión de la cava superior, capaz de ocasionar una hemorragia incontrolable.

Son contraindicaciones relativas la existencia de procesos que puedan dar lugar a anomalías anatómicas de la región, p.e., tumor de Pancoast, y la presencia de anomalías en la coagulación sanguínea, como hemofilia, púrpuras, insuficiencia hepática grave o medicación anticoagulante.

APLICACION CLINICA

El control repetido y frecuente de la presión venosa central tiene numerosas indicaciones, tanto médicas como quirúrgicas, que pueden clasificarse de la forma que sigue:

1. Fallo circulatorio agudo de etiología indeterminada, donde es preciso establecer si es o no hipovolémico.
2. Reemplazamiento masivo de sangre o flúidos para corregir lo más pronto posible estados de hipotensión sin sobrecargar el corazón.
3. Administración de flúidos, aun en dosis de mantenimiento, en enfermos con afectación cardíaca previa.

TABLA II

CAUSAS DE ANORMALES LECTURAS INICIALES DE LA PRESION VENOSA CENTRAL	
PRESION VENOSA CENTRAL ELEVADA	<p>a) Por incompetencia de la bomba cardíaca (aumento de la «vis a fronte»)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Insuficiencia cardíaca congestiva. 2. Depresión miocárdica (drogas, anoxia, etc.). 3. Infarto de miocardio con «shock» cardiogénico. 4. Hipervolemia por rehidratación excesivamente rápida. <p>b) Por aumento de las resistencias (de origen mecánico)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. En el sistema vascular: — embolia pulmonar. — síndrome de la cava superior. 2. En el corazón: — taponamiento cardíaco: traumático, pericarditis. — estenosis pulmonar. 3. En la cavidad torácica: — neumotórax a tensión. — hemoneumotórax. — tumores. — uso de respiradores a presión positiva.
PRESION VENOSA CENTRAL DISMINUIDA O CERO	<p>a) Por disminución del volumen circulante</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. «Shock». 2. Hemorragia. 3. Deshidratación: — peritonitis. — obstrucción intestinal. — coma diabético. <p>b) Por disminución del retorno venoso, por vasoconstricción arterial (descenso de la «vis a tergo»)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. «Shock». 2. Hemorragia.

4. Inestabilidad del sistema circulatorio (cirugía mayor, quemaduras graves, enfermedades hemorrágicas, embolia pulmonar, infarto de miocardio).
5. Situaciones especiales en las que se precisa saber concretamente las presiones en las cavidades cardíacas, p.e., en el postoperatorio de cirugía cardíaca cuando se quiere obtener una presión de repleción diastólica alta sin caer en la insuficiencia.

En casos de «shock» las medidas repetidas de la presión venosa central junto a las determinaciones de la excreción urinaria por hora son los valores principales que deben marcar la pauta terapéutica. Mientras la excreción urinaria refleja el grado de perfusión de órganos vitales, la presión venosa central refleja la habilidad del corazón en expulsar el retorno venoso que le llega; ambos son valores dinámicos que informan del estado del sistema circulatorio con mayor fidelidad que otros valores estáticos, como el estado de la piel, la frecuencia del pulso y el valor hematocrito.

Ante un estado de «shock» la incanulación de la vena subclavia para medir la presión venosa central es un procedimiento de urgencia, dado que no sólo es de ayuda diagnóstica sino que da acceso al sistema vascular facilitando la infusión intravenosa, que en estos casos se hace a veces muy difícil por la vasoconstricción periférica que existe, y proporciona muestras de sangre para análisis inmediatos (hematocrito, grupos sanguíneos, etc.).

Si el «shock» es cardiogénico la presión venosa central estará elevada, pues el corazón no puede bombear todo el volumen sanguíneo que existe en el espacio intravascular.

Si el «shock» es hipovolémico, bien por pérdida directa de sangre («shock» hemorrágico), bien por aumento de la permeabilidad capilar («Shock» traumático o séptico), la presión venosa central estará disminuida o simplemente será cero. Si la presión venosa central no se eleva durante la transfusión masiva de sangre, plasma o soluciones isotónicas, el corazón no está siendo sobrecargado y puede continuarse sin peligro esta terapéutica de reemplazamiento. No obstante, si la presión venosa central continúa sin elevarse, el enfermo no mejora y la excreción urinaria es mínima, hay que sospechar una hemorragia oculta y tomar en consideración la exploración quirúrgica.

Por otra parte, la elevación de la presión venosa central por encima de valores fisiológicos (hasta 15-20 cm H₂O) indica la existencia de una sobrecarga cardíaca y por tanto hay que suspender la administración de flúidos temporalmente, procurando obtener un buen volumen sistólico a base de mejorar el estado de la bomba cardíaca (digital, oxígeno, etc.). Persistir en la administración de flúidos en un corazón sobrecargado es peligroso y no va a mejorar el estado de «shock» aunque exista la evidencia de un volumen circulante disminuido. Cuando la acción cardíaca ha mejorado, la presión venosa central bajará a niveles normales, pudiendo entonces reanudar la rehidratación de modo eficaz y sin peligro.

De esta forma, la lectura repetida de la presión venosa central nos sirve de guía para el mantenimiento de un volumen sanguíneo **efectivo** óptimo basado no sólo en el volumen de líquido circulante sino también en la capacidad de bombearlo que tiene el corazón.

Existen situaciones especiales en las que la medida de la presión venosa central es de utilidad diagnóstica, como ocurre en el caso de taponamiento cardíaco. Es muy posible que exista un estado de «shock», sobre todo si es debido a una herida en el miocardio con pérdida de sangre en la cavidad pericárdica; pero también es muy posible que la presión venosa central esté anormalmente elevada, en cuyo caso la administración de sangre se halla contraindicada hasta que se libere el taponamiento, bien por pericardiocentesis, bien quirúrgicamente.

En casos de «shock» por quemaduras o hemorragia en el espacio retroperi-

toneal, la medida de la presión venosa central se hace necesaria, pues aunque estos pacientes requieren grandes cantidades de flúidos por vía endovenosa en las primeras fases de la enfermedad, a los pocos días, en la fase de reabsorción, pueden llegar a desarrollar un edema agudo de pulmón con una presión venosa central elevada.

Otra situación en que la medida de la presión venosa central es de ayuda diagnóstica es en el «pseudoshock» de la insuficiencia cardíaca congestiva (Weil, 12). Se trata de enfermos con típicos síntomas de «shock» (palidez, pulso rápido, sudoración fría, tensión arterial próxima a cero, excreción urinaria disminuida, etcétera) pero con una presión venosa central muy elevada. La infusión endovenosa de soluciones isotónicas está contraindicada por completo y podría ser fatal. Con sucesivas medidas de la presión venosa central puede seguirse la eficacia del tratamiento, que será a base de digitálicos, diuréticos, etc. Si se considera indicada una sangría, puede sacarse cuanta sangre sea necesaria a través del catéter en la vena subclavia.

En la Tabla II se esquematizan aquellas situaciones en las que la lectura inicial de la presión venosa central da cifras anormales.

Una presión venosa central elevada advierte del peligro de un reemplazamiento masivo de flúidos sin que se trate la causa de esta elevación, hecho sumamente importante ya que muchos de estos cuadros (embolia pulmonar, infarto de miocardio, taponamiento cardíaco traumático, neumotórax a tensión, etc.) cursan con síntomas clínicos de «shock» y la administración de flúidos no sólo no mejorará el cuadro sino que sobrecargaría más el corazón.

Con respecto al uso de respiradores a presión positiva, hay que tener en cuenta que si bien puede dar lecturas de presión venosa central altas por aumentar la presión intratorácica, esta elevación no se hará aparente en aquellas ocasiones en las que se consigue una oxigenación miocárdica mejor.

En el caso de una lectura inicial baja o simplemente cero, seguramente confirmará un diagnóstico de hipovolemia, evidente ya por síntomas clínicos, pero en ocasiones se convertirá en una prueba sutil para detectar una grave reducción del volumen circulante. En estos casos el médico se da cuenta de que el enfermo que presenta tan sólo una ligera palidez y vagas molestias abdominales puede tener una severa anemia por úlcera sangrante o una grave hipoproteinemia por avanzada enfermedad neoplásica.

La respuesta de la presión venosa central a la administración rápida de 500 c.c. de solución isotónica informa del estado del corazón y, en caso de que éste sea anormal, de la probable cantidad de líquidos que se va a necesitar para remontar el volumen circulante a cifras normales.

En algunos casos de coma diabético con deshidratación y acidosis se necesitan hasta 4 y 6 litros de solución salina en las primeras horas para lograr una mejoría clínica, que suele ir acompañada de una elevación de la presión venosa central a valores normales.

(NOTA: Para efectos prácticos debe recordarse que con la introducción de aparatos electrónicos en el control de las constantes fisiológicas la presión venosa central viene determinada a veces en mm Hg para compararla con la presión arterial, que se mide con las mismas unidades. Para convertir este valor en cm

H₀, que es la unidad práctica universal usada para la presión venosa central, basta multiplicar por 1,3 el valor de ésta en mm Hg.)

RESUMEN

La presión venosa central es un índice de rendimiento cardíaco. Su medida repetida ayuda a conseguir un volumen circulante óptimo en aquellos casos en que un reemplazamiento de líquidos está indicado.

Se describe un método de incanulación de la vena subclavia por punción percutánea, se mencionan las complicaciones y contraindicaciones del método y se establecen indicaciones para el control de la presión venosa central.

SUMMARY

Central venous pressure provides accurate information about cardiac output and cardiac performance. Its measurement is very useful for the management of the circulatory volume in cases where fluid replacement is indicated. A method of subclavian vein catheterism by percutaneous puncture is described. Indications, contraindications, and hazards of the technique are pointed out.

BIBLIOGRAFIA

1. — **Atik, M.**: Application and proper interpretation of Central Venous Pressure monitoring in the management of shock. «American Surgeon», 33: 118, 1967.
2. — **Bansmer, G.; Keith, D.; Tesluk, H.**: Complications following use of indwelling catheters of inferior vena cava. «J. A. M. A.», 167: 1606, 1956.
3. — **Butner, A. N.**: Percutaneous subclavian vein catheterization; advantages and limitations. (En Prensa, 1969).
4. — **Friedman, E.; Grable, E.; Fine, J.**: Central Venous Pressure and direct serial measurement as guides in blood-volume replacement. «Lancet», 2: 609, 1966.
5. — **Keddie, N. C.; Provan, J. L.; Austen, W. G.**: Central Venous Pressure, blood volume determinations and the effects of vasoactive drugs in hypovolemic shock. «Surgery», 60: 427, 1966.
6. — **Lillehei, R. C.; Longerbeam, J. K.; Bloch, J. H.; Hanax, W. G.**: The nature of irreversible shock. «Annals of Surgery», 160: 683, 1964.
7. — **Longerbeam, J. K.; Vannix, R.; Wagner, W.; Joergeson, E.**: Central Venous Pressure monitoring. «Amer. J. of Surgery», 110: 220, 1965.
8. — **McLean, L. D.**: Blood volume versus Central Venous Pressure in shock. «Surg. Gyn. & Obst.», 118: 594, 1964.
9. — **Martorell, G.**: Medidas de las presiones venosas centrales, «Angiología», 18: 224, 1966.
10. — **Phillips, S. J.**: Technique of percutaneous subclavian vein catheterization. «Surg. Gyn. & Obst.», 127: 1079, 1968.
11. — **Ryan, G. M. y Howland, W. S.**: Central Venous Pressure monitoring. «Anest. and Analg.», 45: 754, 1966.
12. — **Weil, M. H.; Shubin, H.; Rosoff, L.**: Fluid repletion in circulatory shock. «J. A. M. A.», 192: 84, 1965.
13. — **Wilson, J. N.; Grow, J. B.; Demong, C. V.; Prevedel, A. E.; Owens, J. C.**: Central Venous Pressure in optimal blood volume maintenance. «Arch of Surgery», 85: 563, 1962.
14. — **Wilson, J. N.**: The management of acute circulatory failure. «Surgical Clin. of North Amer.», 43: 469, 1963.
15. — **Wilson, J. N.**: Rational approach to management of clinical shock. «Arch. of Surgery», 91: 92, 1965.