

LA PRESION VENOSA EN LOS MIEMBROS INFERIORES EN CONDICIONES NORMALES Y EN LA INSUFICIENCIA CARDIACA CONGESTIVA *

por los doctores

J. DUOMARCO y R. RIMINI

En trabajos anteriores ^{1, 2, 3}, se estudiaron las relaciones tensionales existentes entre el abdomen y la vena cava inferior (V. C. I). La pared de dicha vena separa dos medios líquidos, la sangre y el contenido abdominal, que tienen aproximadamente la misma densidad; de modo que la vena se halla suspendida en perfecto equilibrio hidrostático dentro del medio abdominal que la rodea.

La presión de la V. C. I. evoluciona paralelamente a la presión abdominal siguiendo todas sus variaciones respiratorias o accidentales, pero es algo superior; la diferencia entre estas dos presiones mide la presión hidráulica de la vena o *vis a tergo*. Esta última disminuye a medida que nos alejamos de los capilares y se reduce a 0 en el punto en que la V. C. I. llega al diafragma. Más allá de este punto la presión de la vena cae bruscamente, para situarse algo por encima de la presión pleural, a la cual seguirá en todas sus variaciones, con el agregado de las rápidas oscilaciones propias del pulso venoso central. En el momento en que la V. C. I. atraviesa el diafragma, cuando pasa de un ambiente a otro de menor presión, cuando la presión hidráulica se reduce a 0, se produce el colapso venoso yuxtadiafragmático.

La zona colapsada no opone resistencia apreciable a la salida de la sangre venosa del abdomen, pero impide que la aspiración torácica se transmita al contenido de las venas abdominales. El colapso impide también la transmisión retrógrada, hacia el abdomen, del pulso venoso central, mientras que las crestas de las ondas de este pulso no sobrepasen el valor de la presión abdominal.

Cuando las venas de los miembros inferiores están distendidas, todo el sistema de la V. C. I. y sus ramas forma un medio continuo

(*) Trabajo del Instituto de Medicina Experimental. Facultad de Medicina, Montevideo, Uruguay. Director: Héctor J. Rossello.

prácticamente hidrostático; se cumplen entonces las condiciones que se esquematizan en la fig. 1 donde hemos supuesto que la sangre, el contenido abdominal y los medios manométricos tienen la misma densidad.

Los manómetros *A*, *B*, en comunicación con dos puntos de la cavidad abdominal, muestran una diferencia de presión igual a la distancia vertical entre esos puntos y, por consiguiente, los meniscos de ambos manómetros coinciden en el mismo plano horizon-

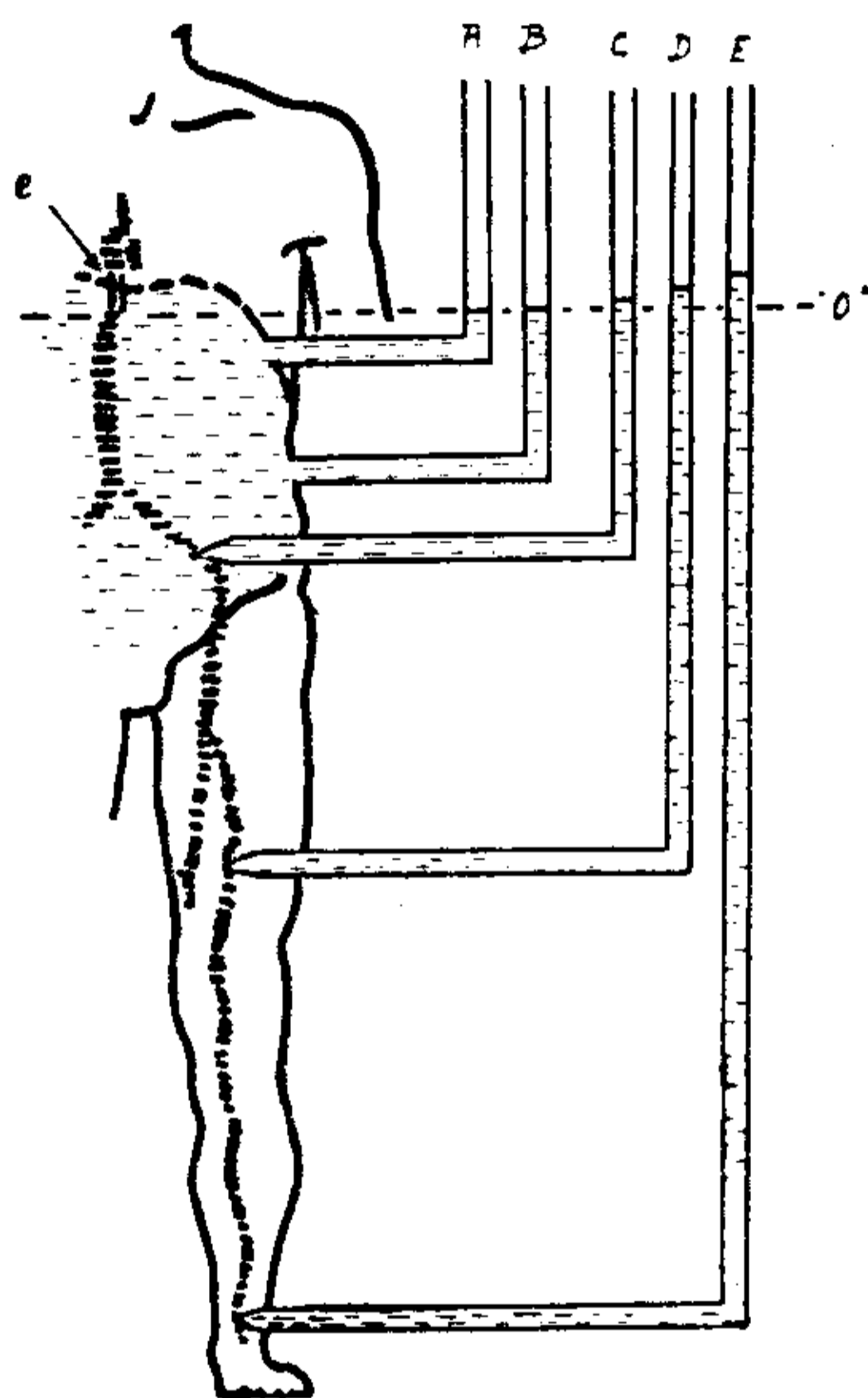


FIG. 1. — Los meniscos de los manómetros *A* y *B* en comunicación con diferentes puntos del medio hidrostático abdominal coinciden en el mismo plano horizontal (nivel "0" abdominal). En el colapso venoso yuxtadiafragmático *e* la presión es la misma dentro y fuera de la vena cava abdominal, por consiguiente los meniscos de los manómetros *C*, *D* y *E*, son determinados por el nivel "0" abdominal y difieren en el pequeño valor de la presión hidráulica en el punto de punción. Se ha supuesto que el contenido abdominal, la sangre y los medios manométricos tienen la misma densidad.

tal (nivel "0" abdominal = nivel abdominal de presión atmosférica) 4, 5, 6.

Los manómetros *C*, *D*, *E*, en comunicación con tres puntos del sistema de la V. C. I., están en condiciones muy similares a los manómetros *A*, *B*, en virtud del carácter fundamentalmente hidrostático de la columna venosa; sin embargo, el movimiento de la sangre determina una pequeña diferencia en la altura de los meniscos, en

relación con el valor de la presión hidráulica que crece hacia la periferia. Se ha visto que este valor es nulo a la altura del colapso yuxtadiafragmático¹ y, por consiguiente, la diferencia de alturas entre el menisco de un manómetro venoso y el nivel "0" abdominal mide el valor de la presión hidráulica en el punto de punción.

En condiciones patológicas, cuando la presión venosa central se eleva, en forma continua o intermitente, por encima de la presión abdominal, el colapso venoso yuxtadiafragmático desaparece, también en forma continua o intermitente, y todo el sistema venoso abdominal se distiende, aumenta su presión propia, y sufre la influencia más o menos amortiguada de las variaciones de presión del tórax, del abdomen y de la aurícula derecha^{1, 2, 7}. La altura del menisco venoso con relación al nivel "0" abdominal aumenta exactamente en la medida de la distensión de la V. C. I. en su porción yuxtadiafragmática, en términos que dependen del grado de la insuficiencia cardíaca.

Aun en condiciones normales, las crestas del pulso venoso central, pueden sobrepasar el valor absoluto de la presión abdominal, contribuyendo así, aunque probablemente en pequeño grado, a la diferencia de alturas en estudio. Esta circunstancia es más posible durante la espiración, cuando la diferencia de presiones entre el tórax y el abdomen suele ser menor (*).

Estos conceptos son válidos, repetimos, para el caso en que las venas de los miembros inferiores estén distendidas; esta circunstancia se da cuando los miembros inferiores se hallan por debajo del nivel "0" abdominal, lo que ocurre normalmente en las posiciones de pie, sentada, y casi siempre en posición acostada (**). En el caso de un sujeto en decúbito dorsal con el miembro inferior elevado, las venas de ese miembro se hallan colapsadas (se trata de una corriente sanguínea descendente); se cumplen entonces las condiciones ya estudiadas a propósito del miembro superior elevado⁹.

A continuación se estudiará la altura del menisco venoso en relación al nivel "0" abdominal en una serie de sujetos normales y patológicos.

(*) En condiciones normales la presión intraabdominal aumenta en la inspiración y disminuye en la espiración; en condiciones patológicas (enfisema pulmonar, insuficiencia cardíaca congestiva, neumotórax, frénicoparálisis) puede ocurrir el fenómeno opuesto^{6, 8}.

(**) Ver a este respecto la altura del "0" abdominal en las diversas posiciones del cuerpo^{6, 8}.

MÉTODO

En 15 sujetos, 9 de ellos normales, en posición de pie, sentada o reclinada (aproximadamente 20° sobre la horizontal) se determinaron simultáneamente: la altura del nivel "O" abdominal, por medio del método de la sonda duodenal introducida en el fondo del estómago^{6, 8}, y la altura del menisco de un tubo manométrico en comunicación con una vena del miembro inferior, previa punción con una aguja de calibre mediano. Un dispositivo accesorio permitía sobrecargar el manómetro venoso con solución de citrato de sodio al 3% en los intervalos de las determinaciones. Las punciones fueron realizadas, según el caso, en la vena femoral a la altura de la región inguinal, en una vena del dorso del pie, o en varicosidades de los territorios safenos a diferentes niveles.

Se ha supuesto que los cuatro medios líquidos que intervienen en estas determinaciones (el contenido abdominal, la sangre, el agua del manómetro intragástrico y la solución anticoagulante del manómetro venoso) tienen la misma densidad. El error cometido por esta suposición es en general pequeño, pero aumenta y puede llegar a tener cierta importancia, cuando aumenta la altura de las columnas manométricas (caso de una punción venosa baja, en el sujeto de pie). Un cálculo aproximado permite apreciar en 26 mm. la sobreestimación máxima de la altura del menisco venoso sobre el abdominal, debida a esta causa (*).

RESULTADO Y DISCUSIÓN

En la tabla I y en la fig. 2 están resumidos los resultados de estas determinaciones. En los 9 casos normales el nivel venoso está entre 5 y 41 mm. por encima del nivel "O" abdominal (promedio: 16 mm.), estando el 92 % de las determinaciones dentro de una franja de 25 mm. de altura. No se ha observado influencia clara del lugar de punción o de la posición del sujeto.

Aún si la diferencia de niveles puede ser considerada pequeña, ella tiende a exagerar el valor real de la presión hidráulica, pues-

(*) En un adulto en posición de pie (fig. 1), la acción hidrostática de la columna sanguínea de densidad 1.050 y de 1000 mm. de altura es equilibrada por una columna manométrica de solución de citrato de sodio al 3% de densidad 1.014 y de 1036 mm. de altura; lo cual eleva el nivel venoso en 36 mm. sobre la altura que le correspondería si el líquido manométrico tuviera la misma densidad que la sangre. Suponiendo que el extremo interno de la sonda gástrica se halle 200 mm. por debajo del "O" abdominal, la columna líquida abdominal (a la cual supondremos una densidad igual a la de la sangre) está equilibrada por una columna de agua de 210 mm., lo cual eleva en 10 mm. la posición del menisco sobre el nivel "O" abdominal. La diferencia entre los meniscos abdominal y venoso queda afectada por un error en más. de $(36 - 10 = 26)$ mm. Es evidente que el error se reduce a un mínimo despreciable cuando el sujeto se halla en posición próxima a la horizontal.

to que esa diferencia es debida, en parte, a la diferencia de densidades de los medios líquidos, que hemos mencionado anteriormente. La intervención posible de las crestas del pulso venoso central que puedan desplegar intermitentemente el colapso diafragmático y propagarse hacia la periferia, es evidentemente muy pequeña o nula.

Las cifras obtenidas no dan una medida exacta de la presión hidráulica en el punto de punción, pero suministran una nueva prueba de su pequeño valor, aún en las venas más distantes del corazón.

TABLA I

CASOS	Altura del menisco venoso sobre el nivel "0" abdominal (mm.)			Movimientos rítmicos de la pierna. Descenso del menisco venoso por debajo de su posición de reposo (mm.)	Lugar de punción
	de pie	sentado	acostado		
1 normal			6		inguinal
2			9		"
3			23		"
* 4	5	6		100	muslo
* 5	20	10		140	pierna
* 6	41	12		175	"
7		25			"
8	20			200	"
9		10	20		pie
* 10 ligadura de la vena femoral	25	45		15	rodilla
11 insuficiencia cardíaca			71		inguinal
12 pericarditis constrictiva ...			95		"
13 insuficiencia cardíaca		81			pie
14		120			"
15		170			"

* La punción fué realizada en venas varicosas.

En la misma tabla I puede verse el efecto producido por los movimientos rítmicos de los músculos de la pierna sobre el menisco venoso; éste desciende bruscamente por debajo del nivel "O" abdominal, lo que es debido a la fragmentación de la columna venosa, determinada por estos movimientos, en virtud de la presencia de las válvulas venosas; la acción de estas válvulas desaparece cuando los músculos no están en movimiento.

Se puede pensar que las válvulas de las venas de los miembros ejerzan una cierta influencia en la comparación de niveles que hemos estudiado; de hecho, cualquier brusco aumento de la presión abdominal se trasmite hacia las venas del miembro inferior con cierto retardo, debido al tiempo necesario para que la presión, proveniente del sistema arterial, que se ejerce sobre la cara distal de las válvulas, equilibre la presión que se ejerce sobre su cara proximal; por el contrario, todo descenso de la presión abdominal determina una descarga, prácticamente inmediata, del sistema venoso de los miembros inferiores.

Durante los grandes esfuerzos físicos, este hecho puede afectar transitoriamente la correlación de los dos valores tensionales medios que se comparan, pero su importancia es muy pequeña en el sujeto en reposo, puesto que en este caso las variaciones respiratorias de la presión abdominal son muy reducidas 6, 8.

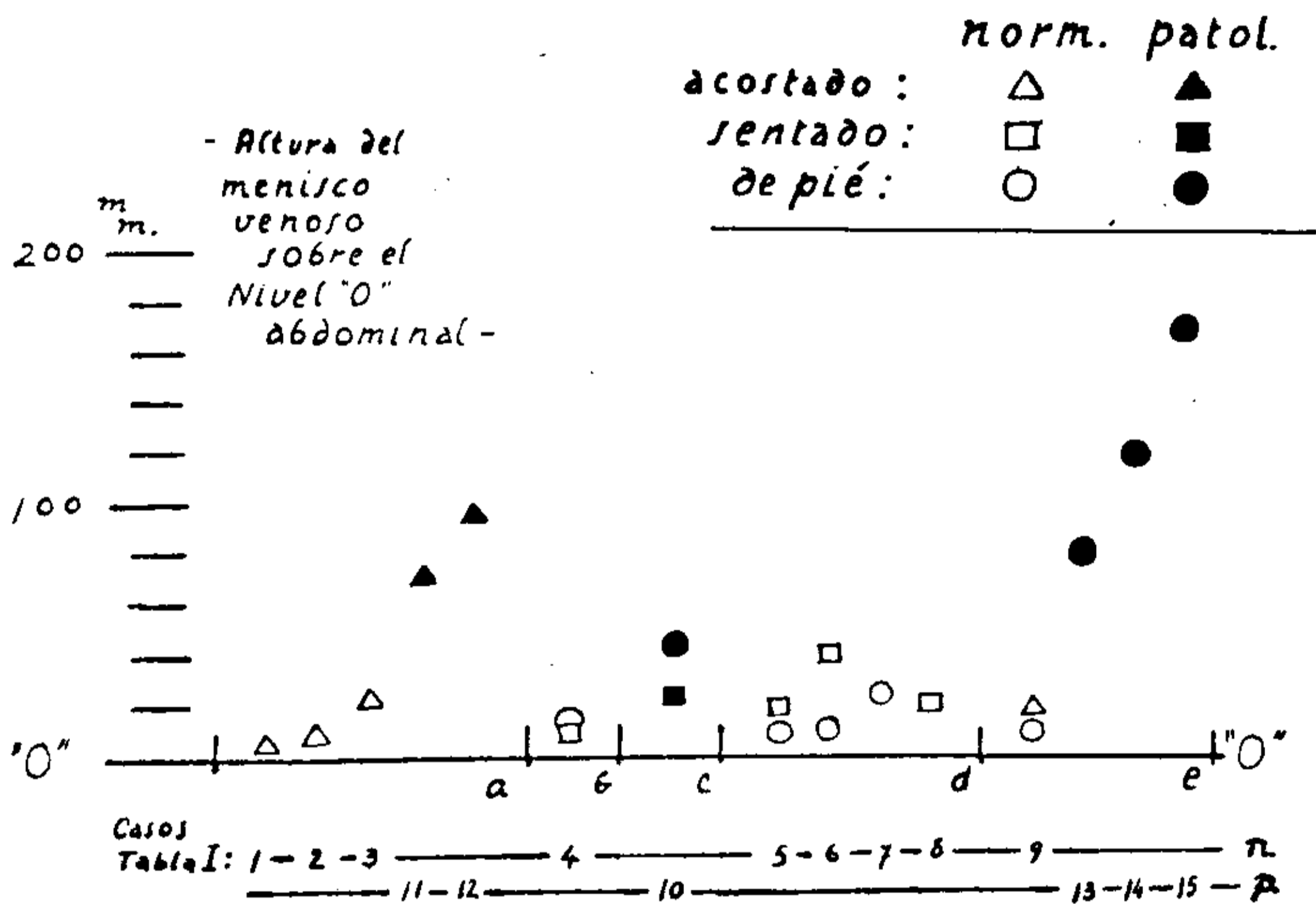


FIG. 2. — Altura del menisco venoso sobre el nivel "0" abdominal. El lugar de punción se señala por a (región inguinal), b (muslo), c (rodilla), d (pierna), e (pie).

Dentro de los casos patológicos el N° 10 corresponde a un sujeto que, tres meses antes, sufrió la ligadura de la vena femoral correspondiente; este hecho elevó la diferencia de niveles estudiada entre 9 y 29 mm., según la posición del enfermo, sobre el promedio normal de 16 mm., lo cual da una idea de la eficacia de la circulación venosa colateral.

De los otros 5 casos, 4 (los Nros. 11, 13, 14 y 15) corresponden a insuficiencias cardíacas intensas, con gran aumento de tamaño y consistencia del hígado; el restante (N° 12) a una pericarditis fibrosa constrictiva con gran hígado, ascitis y edemas. La diferencia

de niveles alcanzó en estos casos valores comprendidos entre 71 y 170 mm., con un promedio de 107,4 mm.

Estas cifras permiten hacer un cálculo aproximado, destinado a dar idea de los valores de la presión venosa central en la insuficiencia cardíaca intensa. Si del promedio de 107,4 mm. se deducen los 16 mm., que corresponden al valor promedio de la presión hidráulica en los individuos normales, queda un remanente de 91,4 mm. que representa la presión promedio que distiende la V. C. I. en su porción yuxtadiafragmática y que naturalmente impide el correspondiente colapso; suponiendo que la diferencia de presión entre el tórax y el abdomen sea del orden de 100 mm. de agua, la presión efectiva que soporta la pared de la aurícula derecha en sus niveles más bajos, sería de alrededor de 190 mm., para este grupo de insuficiencias cardíacas intensas.

COMENTARIOS

Se ha podido ver que, en condiciones normales, cuando el miembro inferior está por debajo del nivel "O" abdominal, la presión en sus venas, expresada por la posición del menisco de un tubo manométrico en comunicación con una de ellas, está fundamentalmente determinada por la posición de dicho nivel "O" abdominal.

La presión hidráulica en los diversos puntos de punción, la acción de las válvulas venosas fuera de la actividad muscular, la eventual propagación retrógrada de las crestas del pulso venoso central, representan, en conjunto, un valor muy pequeño, del orden del error que se comete al suponer que los cuatro medios líquidos que intervienen en las determinaciones son de la misma densidad.

Lo mismo que en el caso de los miembros superiores⁹ la aspiración pleural, la presión y la posición de la aurícula, no tienen ninguna influencia sobre la presión venosa que se mide.

Esto ocurre, repetimos, en condiciones normales, mientras existe el colapso venoso yuxtadiafragmático y las condiciones que lo determinan, a saber: a) una diferencia suficiente entre las presiones abdominal y torácica; b) un valor efectivo de la presión auricular derecha inferior a dicha diferencia. La primera condición depende del normal funcionamiento de la mecánica respiratoria y se reduce en el enfisema pulmonar, en la frénicoparálisis, en el neumotórax, etc.^{6, 8}; la segunda depende del normal funcionamiento del corazón.

En un aumento progresivo de la insuficiencia cardíaca, la pre-

sión del sistema de la V.C.I. pasa por dos etapas sucesivas. En la primera la presión venosa central no alcanza el valor de la presión abdominal, persiste, en forma continua o por lo menos intermitente el colapso yuxtadiafragmático de la V.C.I. y, por consiguiente, el valor efectivo de la presión de las venas del contenido abdominal y de los miembros inferiores no está modificado. En la segunda etapa, la presión venosa central es mayor que la presión abdominal, el colapso yuxtadiafragmático desaparece y el valor de la presión intraabdominal y de los miembros inferiores está aumentado en una cifra que puede ser determinada exactamente por la diferencia de altura de los meniscos venoso y abdominal.

Sobre la base de este trabajo y de uno anterior destinado al estudio de la presión venosa del miembro superior⁹, es fácil deducir que la relación de presiones venosas en ambas extremidades depende, fundamentalmente, de la posición relativa del nivel "O" abdominal y del nivel de la vena subclavia. En posición erecta, el segundo se halla 25 cm. por encima del primero (aproximadamente en el adulto). Ambos niveles se acercan cuando el tronco se inclina hacia la horizontal; en esta posición los dos niveles están muy próximos; en sujetos muy delgados el subclavio se encuentra algunos centímetros más alto que el abdominal, mientras ocurre lo contrario en sujetos obesos.

SUMARIO Y CONCLUSIONES

En condiciones normales, en las posiciones habituales del cuerpo, mientras los miembros inferiores se hallen por debajo del nivel "O" abdominal, el menisco de un tubo manométrico en comunicación con una vena de dichos miembros, coincide prácticamente con dicho nivel "O" y es independiente de la aspiración pleural, y de la presión y posición de la aurícula derecha. De hecho, el menisco venoso se halla algo por encima del "O" abdominal (promedio: 16 mm.) debido a la presión hidráulica de la sangre y a la diferencia de densidades de los cuatro medios líquidos que intervienen en las determinaciones.

Esta diferencia de alturas puede aumentar en los casos de hipertensión venosa central en la medida en que dicha hipertensión se eleva por encima de la presión abdominal (promedio: 107 mm. en 6 casos de insuficiencia cardíaca grave).

BIBLIOGRAFIA

1. Duomarco J., Rimini R. y Recarte P. — "La presión intraabdominal y la presión en la vena cava inferior", *Rev. Arg. de Cardiología*, 1944, *11*, 273.
2. Duomarco J., Recarte P. y Rimini R. — "Influencia de las presiones abdominal y torácica sobre el retorno venoso de la cava inferior", *Rev. Arg. de Cardiología*, 1944, *11*, 286.
3. Duomarco J., Recarte P. y Rimini R. — "La presión intraabdominal y la regulación del retorno venoso", *Rev. Arg. de Cardiología*, 1945, *11*, 359.
4. Duomarco J. y Soloverly G. — "Concepto de presión intraabdominal y estructura física del abdomen", *Medicina (Buenos Aires)*, 1942, *2*, 155.
5. Duomarco J. y Rimini R. — "La presión intraabdominal en el hombre", *Medicina (Buenos Aires)*, 1943, *3*, 152.
6. Duomarco J. y Rimini R. — "La presión intraabdominal en el hombre en condiciones normales y patológicas", *El Atenco*, Buenos Aires, 1947.
7. Duomarco J., Rimini R., Sapriza J. P. y Surraco G. H. — "A propósito del colapso yuxtadiafragmático de la vena cava inferior", *Rev. Arg. de Cardiología*, 1950, *17*, 229.
8. Duomarco J. y Rimini R. — "Las variaciones respiratorias de la presión intraabdominal en el hombre", *Medicina (Buenos Aires)*, 1944, *4*, 133.
9. Duomarco J. y Rimini R. — "La presión venosa en los miembros superiores, en condiciones normales", *Rev. Arg. de Cardiología*, 1950, *17*, 236.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Dans des conditions normales, dans les positions habituelles du corps, et pendant que les membres inférieurs se trouvent au dessous du niveau "O" abdominal, le ménisque d'un tube manométrique en communication avec une veine de ces membres, coïncide presque avec ce niveau "O" et est indépendant de l'aspiration pleurale et de la pression et position de l'oreillette droite. De fait, le ménisque veineux se trouve au dessus du "O" abdominal (moyenne: 16 mm.) à cause de la pression hydraulique du sang et de la différence de densité des quatre liquides qui interviennent dans les déterminations.

Cette différence de hauteurs peut augmenter dans les cas d'hypertension veineuse centrale en relation avec l'élévation de cette hypertension au dessus de la pression abdominale (moyenne: 107 mm. dans 6 cas d'insuffisance cardiaque grave).

SUMMARY AND CONCLUSIONS

In normal conditions, whenever the legs are lower than the abdominal "zero" level, the meniscus of a manometer connected to the veins of such an extremity, practically coincides with the abdominal "zero" level and is independent of the pleural aspiration and of the right auricular pressure and position. The meniscus is really above the abdominal "zero" level (mean 16 mm.) due to the hydraulic pressure of the blood and also due to the different densities of the liquids involved in the determinations.

When the central venous pressure is elevated, this difference increases and parallel the increase of the central venous pressure above the abdominal "zero" level (mean 107 mm. in 6 cases of severe heart failure).

ZUSAMMENFASSUNG

In normalen Verhältnissen, in habituellen Körperstellungen, während die unteren Extremitäten sich unterhalb des abdominellen "O"-Niveaus befinden, stimmt der Meniscus einer manometrischen Röhre, die in Verbindung mit einer Vene der genannten Extremitäten steht, mit diesem "O"-Niveau praktisch überein und ist unabhängig von der pleuralen Aspiration, dem Druck und der Position des rechten Vorhofs. In Wirklichkeit befindet sich der venöse Meniscus etwas oberhalb des abdominellen "O" (Durchschnitt 16 mm), als Folge des hydraulischen Blutdrucks und der Differenz des spezifischen Gewichtes der flüssigen Elemente, welche bei den Bestimmungen mitwirken.

Diese Höhendifferenz kann in den Fällen der centralen venösen Hypertension grösser werden, in dem Masse, in welchem diese Hypertension sich über den abdominellen Druck erhöht (Durchschnitt: 108 mm in 6 Fällen von schwerer Herzinsuffizienz).