

## TRABAJOS ORIGINALES

### LA PRESION DEL LIQUIDO CEFALO-RAQUIDEO Y LA PRESION DE LAS VENAS YUGULARES \*

por

J. DUOMARCO, R. RIMINI, C. E. GIAMBRUNO y  
S. C. de BONNEVAUX

Un estudio detallado, conciso y claro sobre las relaciones entre la presión del líquido céfalo-raquídeo (L.C.R.) y el aparato circulatorio, puede difícilmente superar lo escrito recientemente por Gardner<sup>1</sup>. Creemos, sin embargo, que las relaciones entre la presión venosa y la del L. C. R. pueden ser motivo de mayor precisión cuando se consideran algunos elementos esenciales que relacionan las dos entidades.

Dos nociones serán especialmente tenidas en cuenta para la puntualización de dichas relaciones, a saber: *a*) la manera de expresar y medir las presiones raquídea y venosa; *b*) la complicación que introduce en el concepto general de presión venosa, el fenómeno del colapso, que se produce normalmente en determinados sectores del sistema venoso, según las posiciones del cuerpo<sup>2, 3, 4, 5, 6, 7</sup>.

Se puede considerar el cráneo-raquis como una cavidad rígida, cerrada, que está dividida, por la vaina dural del raquis, en dos porciones, a saber: *a*) la zona epidural del raquis, llena de un medio semifluído, constituido por tejido célulo-grasoso muy laxo y plexos venosos en amplia comunicación con las venas vertebrales; *b*) la cavidad dural cráneo-raquídea, llena del L. C. R. en cuyo interior se halla en equilibrio hidrostático, el neuroeje con sus vasos y envolturas blandas. Nos ocuparemos aquí únicamente de esta última porción.

Para medir la presión del L. C. R. es necesario colocar un manómetro en comunicación con la cavidad subaracnoidea, previa punción de la pared. Aparte de las condiciones fisiológicas que la determinan, dicha presión varía, para un mismo sujeto, con la posición y con el lugar de punción.

La fig. 1 permite ver: *a*) siendo el L. C. R. una columna hidrostática, la presión que acusan los manómetros *A* y *B* depende directamente de la altura del punto puncionado; *b*) siendo el líquido

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

manométrico de la misma densidad que el L. C. R. los meniscos de los manómetros coinciden en el mismo plano horizontal; este plano corta la cavidad cráneo-raquídea en el nivel cuya presión es igual a la atmosférica (nivel "Q").

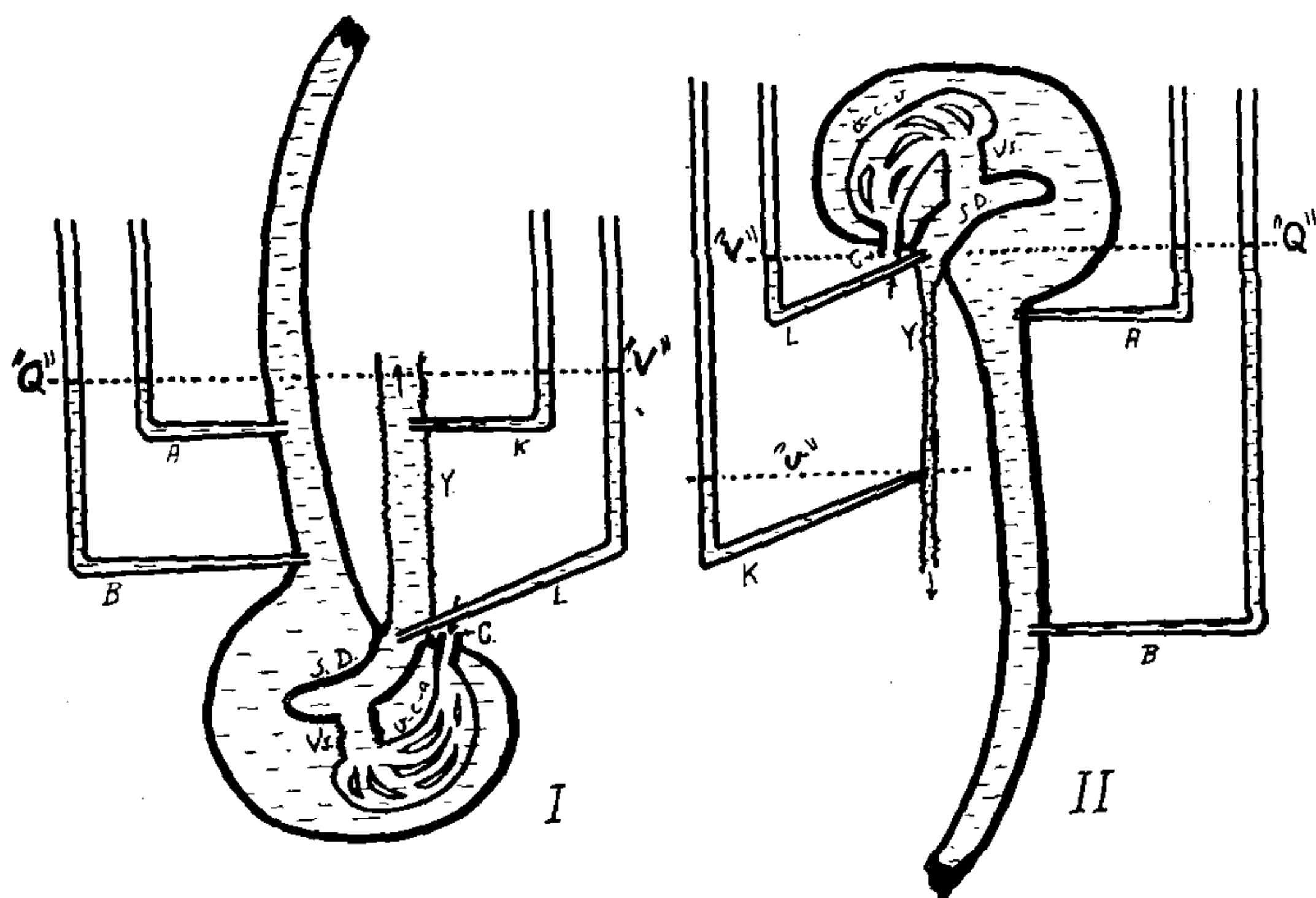


FIG. 1. — Esquema del sistema hidrostático intradural y del sector circulatorio correspondiente en las dos posiciones verticales opuestas. (C-a-c-v-Vs-SD-Y) = (carótida-arteriolas-capilares-vénulas-venas-senos duros-yugular). El nivel "Q" está determinado por el menisco de un manómetro que comunica con cualquier punto de la cavidad subaracnoidea o con el sistema venoso distendido. El nivel "v" de un manómetro en comunicación con la yugular colapsada señala simplemente el nivel de punción. (Ver el texto).

Una confirmación de estos hechos surge de las determinaciones de Grashey<sup>8</sup> quien encontró, en sujetos en posición vertical, cabeza arriba, que la presión por debajo de la pared superior del cráneo era de -13, a nivel del *foramen magnum* era de 0, y en el extremo inferior del saco dural de 60 cm. de agua. Por su parte Krönig y Gauss<sup>8</sup> practicaron en cadáveres, colocados en posición vertical, una doble punción lumbar en puntos alejados del raquis y observaron que en los manómetros respectivos, los meniscos coincidían en el mismo plano horizontal; los mismos resultados fueron obtenidos en el animal. Por su parte Baumann<sup>10</sup> observó que en el hombre en posición de decúbito lateral, los meniscos de dos tubos manométricos que comunicaban respectivamente con el raquis en la región lumbar y con la cisterna magna, coincidían en el mismo plano horizontal.

Se ve de inmediato la ventaja que existe en apreciar la presión del L. C. R. por la posición, relativa al cráneo-raquis, de dicho nivel "Q", puesto que con él queda establecida la presión en cualquier otro nivel de dicha cavidad; *el nivel "Q" depende de la posición del sujeto, puede ser determinado por una sola punción, y es independiente del lugar de la misma.*

*Cabe preguntarse ahora, si la posición del nivel "Q" es un hecho primitivo o depende de circunstancias susceptibles de ser determinadas.*

El sistema venoso en relación con el ambiente cráneo-raquídeo tiene características propias que se esquematizan en la fig. 1; en dicho sistema podemos distinguir: *a)* los troncos venosos provenientes del neuroeje (*Vs*) de paredes finas y depresibles, ampliamente anastomosados; *b)* el sistema de los senos venosos de la dura madre (*SD*), de gran amplitud, de paredes rígidas, también ampliamente anastomosados; *c)* el sistema yugular (*Y*), formado principalmente por la yugular interna en el hombre o por la yugular externa en el perro, de gran amplitud y de paredes finas y depresibles. Estos tres sistemas están en comunicación amplia entre sí y según el orden expresado.

De los tres sectores venosos, el segundo, formado por los senos de la dura madre, puede considerarse como un sistema hidrostático puesto que el efecto tensional del desplazamiento de sangre en su interior (*vis a tergo*) es muy pequeño. Se puede, por consiguiente, determinar su presión por la posición, relativa al cráneo-raquis, del menisco de un manómetro *L* (fig. 1) que comunica con cualquier punto de dicho sistema (*nivel "V"*). Por otra parte, como este sector comunica ampliamente con las yugulares, su propia presión expresada por dicho nivel "V" depende directamente de la presión yugular.

La presión de las yugulares está subordinada, en forma absoluta, a la posición del sujeto: en la posición vertical del tronco, cabeza abajo, (fig. 1-I), las yugulares están distendidas y pueden ser consideradas (despreciando el factor *vis a tergo*) como continuación del medio hidrostático de los senos derales, al cual transmiten íntegramente su peso y las variaciones de presión torácica y auricular derecha. Por consiguiente, el nivel "V" de los manómetros *K* y *L* (figura 1-I) expresa indistintamente la presión yugular y la presión de los senos derales.

En la posición vertical cabeza arriba (fig. 1-II), las yugulares

están colapsadas, y en su interior rigen condiciones muy particulares que han sido motivo de estudio anterior<sup>5, 6</sup>: a) dado que la vena es relativamente grande en relación al líquido que pasa por su interior, ésta se hallará semicolapsada contra su contenido filiforme o laminar; b) la presión en los diferentes niveles del sistema yugular es nula (igual a la atmosférica), y por consiguiente, el menisco de cualquier manómetro *K* (fig. 1-II) en comunicación con la yugular, señala simplemente el nivel del punto de punción; c) la sangre venosa que llega a las yugulares no encuentra resistencia importante y se desploma en su interior como lo hace un chorro libre, sin ejercer ninguna aspiración retrógrada en los senos derales, de modo que la presión en el orificio óseo de comunicación entre dichos senos y las yugulares, puede considerarse, como primera aproximación, igual a la atmosférica.

Los pequeños poros venosos derales y las venas que las atraviesan, en ninguna circunstancia pueden influir apreciablemente sobre el caudal sanguíneo que sale por las yugulares.

Las consecuencias de estos hechos son las siguientes: a) *cuando el sujeto se halla en posición vertical o inclinada con la cabeza hacia abajo, los senos derales y las yugulares forman un sistema hidrostático cuyo nivel "V" está determinado por el menisco de un manómetro que comunica con un punto cualquiera de este sistema;* b) *cuando el sujeto se halla en posición vertical o inclinado cabeza arriba, la presión del sistema hidrostático de los senos venosos derales es, en general, negativa y su nivel "V" pasa por la proximidad del orificio de comunicación con las yugulares.*

El estudio de las relaciones entre la presión venosa y la presión del líquido céfalo-raquídeo se reduce a la simple comparación de los niveles "Q" y "V" \*.

\* La relación entre la presión del L.C.R. y la presión venosa se evidencia por la clásica maniobra de Queckenstedt<sup>11</sup> bien conocida en la clínica; dicha relación, con ser evidente y universalmente aceptada, no ha adquirido todavía gran precisión por diversas causas: a) Normalmente existen varias presiones venosas y no una sola, y es solamente la presión venosa del sector craneano distendido la que debe compararse. b) Cuando se estudia el sujeto en posición horizontal la diferencia entre las diversas presiones venosas se atenúa pero no desaparece. c) Cuando se habla actualmente de relaciones entre presión venosa y raquídea, se comparan dos columnas hidrostáticas, cada una de las cuales está definida por dos niveles, el del menisco manométrico y el del punto de punción, este último es arbitrario, todo esto hace que el estudio de la relación de las presiones venosa y del L.C.R. no haya pasado de la etapa de comparación del incremento que produce en la presión raquídea, un incremento dado de presión venosa.



## UN MODELO EXPERIMENTAL

Para comprender el significado de esta diferencia de niveles, recurriremos al modelo experimental de la fig. 2, que realiza las condiciones esenciales del cráneo-raquis en sus relaciones con el sistema venoso.

La cámara rígida *A* llena de agua representa la cavidad cráneo-raquídea con su contenido líquido; el piezómetro *R* señala el nivel "Q"; la cámara elástica *C* representa el sistema arterial cuyo volu-

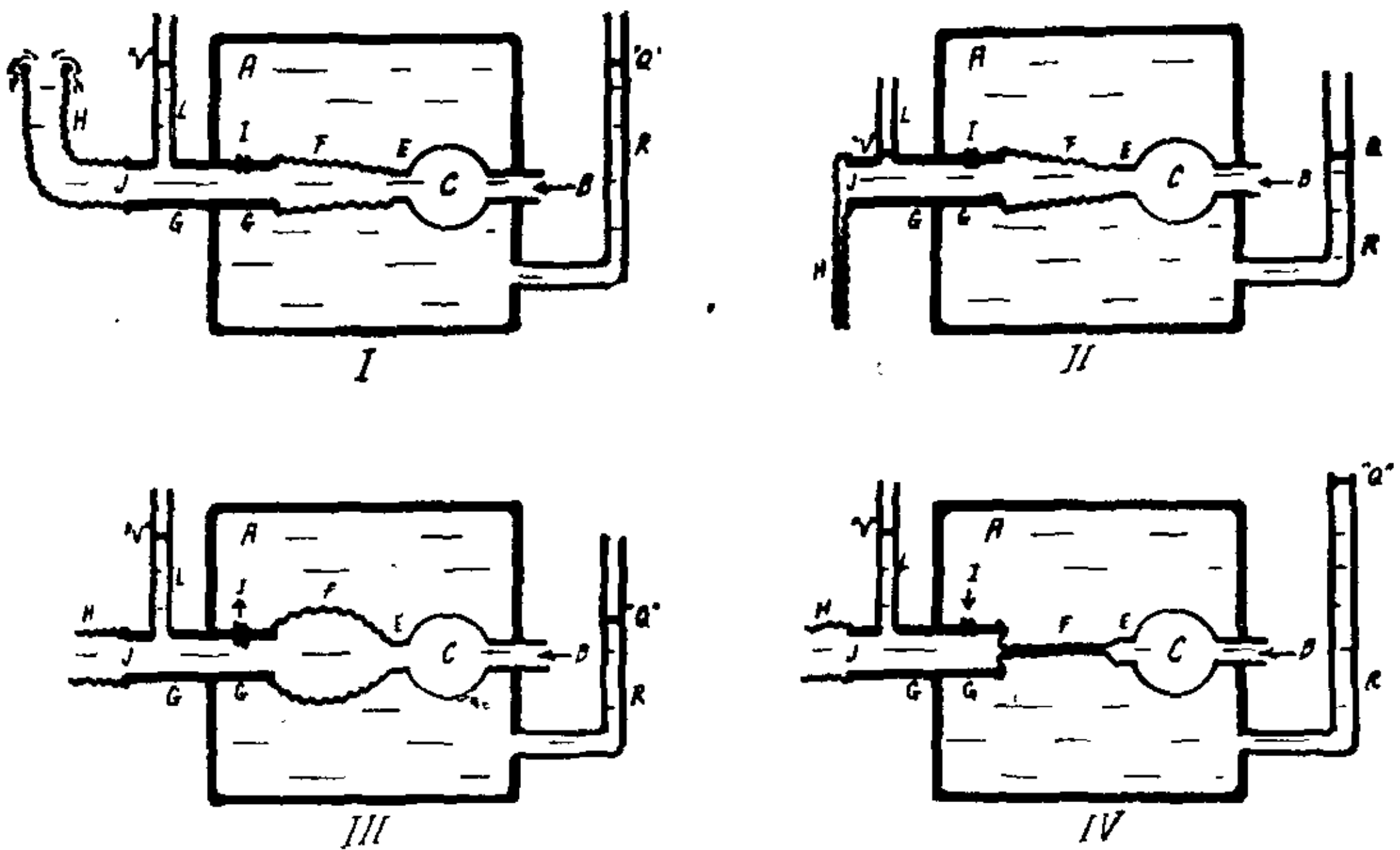


FIG. 2. — Esquema de las condiciones de equilibrio entre la cavidad dural y el sector venoso correspondiente. *A*: cavidad dural llena del L.C.R. *B*: carótida o arteria aferente. *C*: Arterias intra-cráneo-raquídeas. *E*: sistemas arteriolo-capilar. *F*: venas del neuroeje. *G*: senos derales. *H*: yugular. *I*: orificio de comunicación que representa el mecanismo de regulación de la presión del L.C.R. I) Caso del sujeto en posición vertical cabeza abajo. II) Posición vertical cabeza arriba. III) Extracción de L.C.R. IV) Inyección de L.C.R.

men varía con el gasto de aflujo; el estrechamiento *E* representa el sistema arteriolo-capilar; el tubo amplio y de paredes finas y colapsables *F*, las venas intracraneanas; el tubo rígido *G*, los senos venosos derales que se prolongan al exterior con el tubo amplio, de paredes finas y colapsables *H*, que representa las yugulares. El pequeño orificio *I* representa los mecanismos encargados de mantener cierto equilibrio tensional entre el L.C.R. y el interior de los senos venosos; dichos mecanismos deben actuar a los efectos de mantener estre-

cha relación entre la cantidad del L. C. R. formada en los plexos coroideos y la reabsorbida en las vellosidades aracnoideas de los senos venosos.

Con este esquema a la vista se comprenderá fácilmente lo siguiente:

1) Cuando el tubo *H* (fig. 2-I) se halla distendido por elevación suficiente de su extremo libre (lo que corresponde al caso del sujeto vertical, cabeza abajo), el nivel "V" se eleva correspondientemente, en cambio, cuando dicho tubo *H* (fig. 2-II) se abandona a su propio peso y se halla colapsado contra el chorro de líquido que cae por su interior (lo que corresponde al caso del sujeto vertical, cabeza arriba), el nivel del manómetro *L* es constante y está determinado casi exclusivamente por la posición del orificio *J* (orificio craneano de comunicación de los senos duros con las yugulares).

Esto depende, como hemos visto anteriormente, de que el tubo colapsado *H* no puede ejercer ninguna aspiración ni contención sobre el líquido que sale del tubo rígido *G*; este líquido queda sometido, por consiguiente, a la presión atmosférica, tal como si el tubo colapsable no existiera y el líquido se vertiera directamente al exterior.

2) La presión del tubo *G* expresada por la posición del nivel "V" se transmite íntegramente, a través de las paredes delgadas del tubo *F* (venas del neuroeje), al contenido del recipiente *A* con lo cual la diferencia de niveles "Q - V" debe ser muy pequeña, pero positiva, por efecto de la pequeña resistencia propia del tubo *G*.

3) Si se sustrae una pequeña cantidad de líquido del recipiente *A* se producirá (fig. 2-III): *a*) un descenso sostenido de "Q" con relación a "V"; *b*) el tubo *F* se distenderá hasta compensar exactamente el volumen extraído; *c*) el equilibrio anterior se recuperará lentamente por la puesta en función del orificio *I* (producción de L. C. R.).

4) Si, inversamente, se inyecta cierta cantidad de líquido en el depósito *A* se producirá (fig. 2-IV): *a*) una elevación sostenida de "Q" con relación a "V"; *b*) el colapso del tubo *F*; *c*) el lento restablecimiento del equilibrio anterior por la función del orificio *I* (reabsorción de L. C. R.).

5) Bruscas variaciones del gasto circulatorio, correspondientes a los latidos arteriales, determinarán variaciones de presión y volumen de la cámara *C* (arterias intracraneanas) con las correspondientes variaciones de “*Q*” y “*V*”. Cuando el tubo *F* no se halla distendido ni colapsado (“*Q*” = “*V*”) las variaciones de “*Q*” se transmiten fielmente a “*V*”; en caso contrario, la tensión de las paredes de *F* amortigua las oscilaciones de “*V*”.

Teniendo presente este modelo inerte interpretaremos fácilmente los resultados obtenidos en los siguientes experimentos en el animal.

### MATERIAL Y TÉCNICA.

Los experimentos, esquematizados en la fig. 3, se realizaron en 20 perros anestesiados con cloralosa, fijados a una gotera y colocados en posición vertical o inclinada a más de 70°, con declive cefálico o caudal. Un manómetro de Hamilton<sup>12</sup> se puso en comunicación con la cavidad subaracnoidea previa punción suboccipital; otro manómetro igual se puso en comunicación con la yugular. En los experimentos con declive caudal la punción yugular se efectuaba en la parte más alta y se procedía a la compresión intermitente de dicha vena por debajo de la punción.

Se comprende que en el perro con declive cefálico (fig. 3-I) la yugular distendida constituye un sistema prácticamente hidrostático, y la desviación del espejo del manómetro es independiente del punto de punción y depende solamente de la diferencia de altura *H* entre el nivel yugular de presión atmosférica “*V*” y el nivel del espejo manométrico; en cambio, en el perro con declive caudal (fig. 3-II) la yugular está colapsada y no constituye más un sistema hidrostático; la desviación del espejo manométrico dependerá simplemente de la diferencia *h* entre el nivel del extremo de la aguja “*v*” y el nivel de dicho espejo, y variará, por consiguiente, para cada punto de la yugular que sea puncionado.

Cuando en esta última posición (fig. 3-II) se procede a la ligadura de la yugular por debajo del punto de punción, se crea un fondo de saco venoso distendido, en amplia comunicación y en equilibrio hidrostático con los senos venosos duros, y sin otro inconveniente que el de derivar toda la sangre que debía salir por esta vena yugular, hacia la del lado opuesto.

En estas condiciones la desviación del espejo manométrico depende nuevamente de la diferencia de altura entre el nivel yugular de presión atmosférica y el nivel del espejo manométrico.

Las curvas obtenidas registran fielmente las presiones venosa y raquídea y sus oscilaciones respiratorias, pero no son muy fieles desde el punto de vista de las variaciones de origen cardíaco; se prefirió sacrificar la frecuencia propia de los manómetros a una mayor sensibilidad de los mismos, y a la mayor comodidad que significa intercalar un pequeño trozo de tubo de goma flexible entre las agujas de punción y los tubos metálicos de los manómetros a los efectos de evitar los accidentes provocados por los bruscos movimientos de la cabeza del animal durante la experiencia.

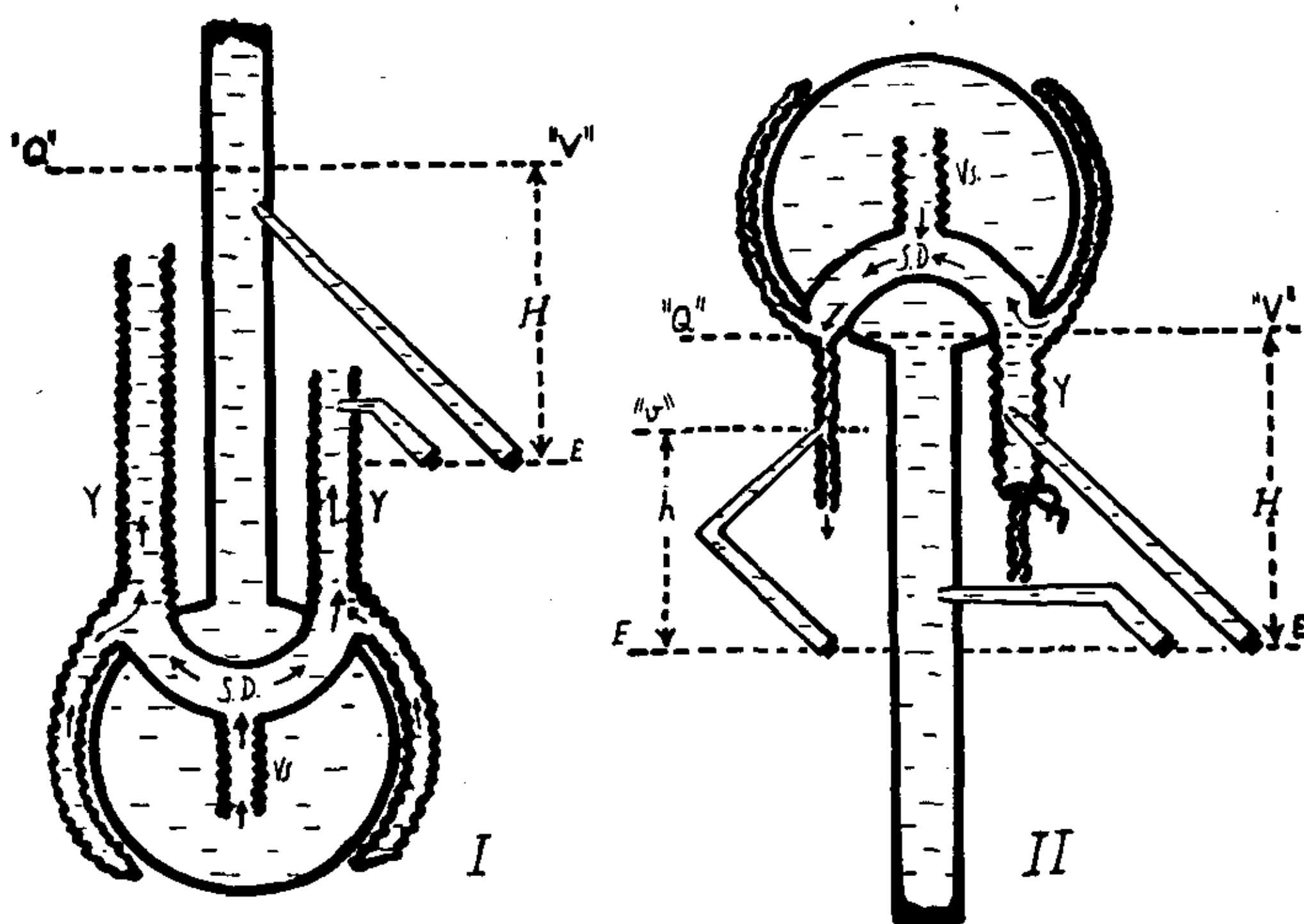


FIG. 3. — Esquema del sistema hidrostático intradural y del sector venoso correspondiente en las dos posiciones verticales opuestas. (*Vs-SD-Y*) = (venas-senos duros-yugular). *H*: presión hidrostática que se ejerce sobre los manómetros en comunicación con el L.C.R. o con la yugular distendida. *h*: presión hidrostática que se ejerce sobre el manómetro óptico en comunicación con la yugular colapsada. (Ver el texto).

Una vez valoradas por la estandarización, las curvas de presión raquídea y venosa, expresan la altura a que se hallan los niveles "Q", "V" y "v" (fig. 3) con relación al nivel "E" de los espejos manométricos; de hecho nos interesa fundamentalmente la diferencia de altura de aquellos niveles.

En algunos experimentos con el perro cabeza declive, se procedió al estudio de las variaciones de "Q" y "V", secundarias a la inyección de cantidades conocidas de suero fisiológico en el espacio subaracnoideo.



## PRESIÓN L. CÉFALO-RAQUÍDEO Y DE LAS YUGULARES

En algunos experimentos con el perro con declive caudal, se hizo la inscripción simultánea de la presión del L.C.R. y de la presión arterial sistémica.

En el hombre hemos realizado también algunas experiencias complementarias consistentes en la determinación del nivel "Q" por punción suboccipital o lumbar baja, en posición sentada, para lo cual comunicamos la aguja de punción con un fino tubo de vidrio, de capilaridad conocida, por medio de otro fino tubo de goma \*.

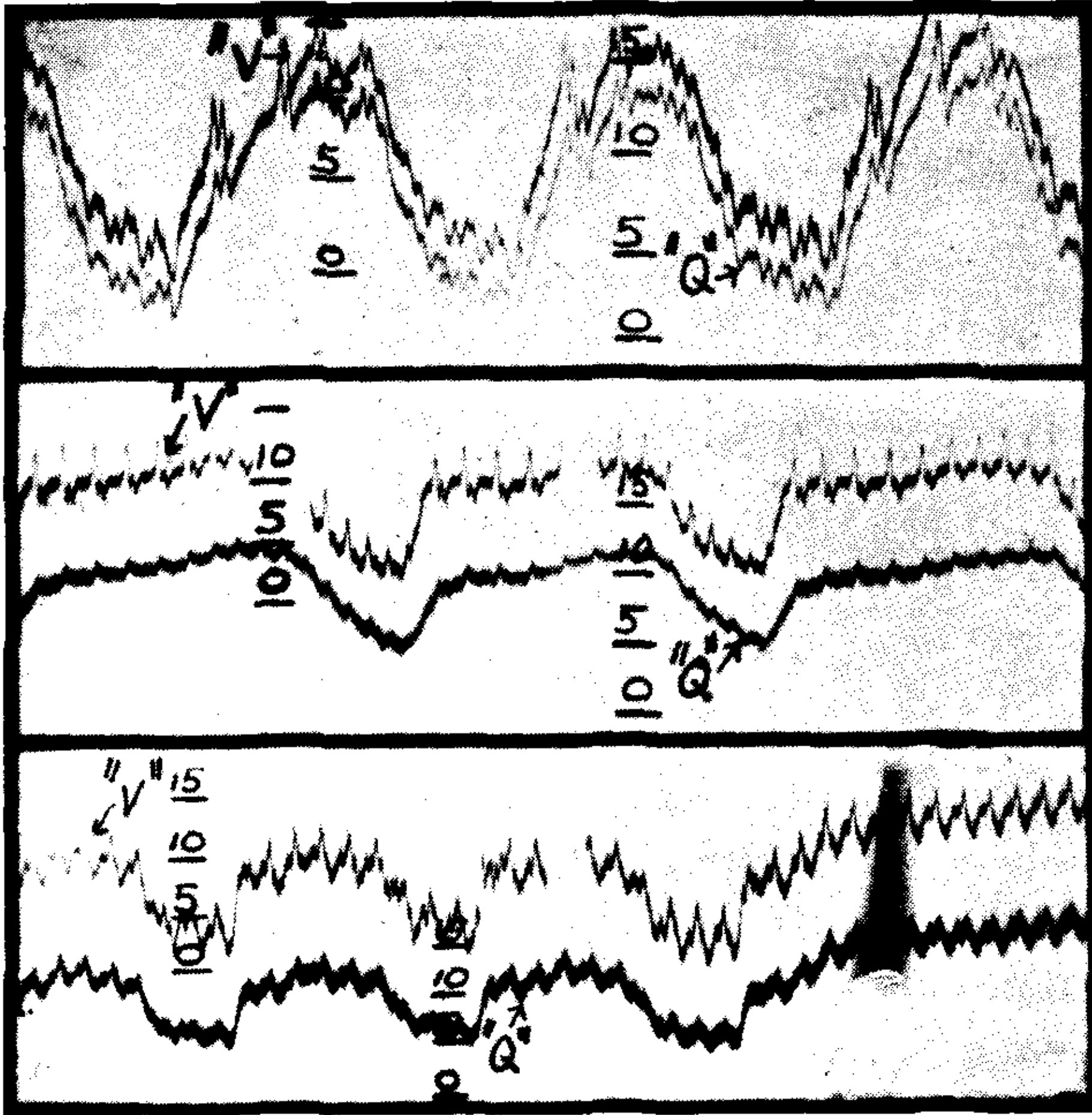


FIG. 4. — Registro óptico de las presiones yugular y raquídea en tres experimentos con el perro en posición vertical cabeza abajo. Las dos curvas donde se inscriben las variaciones de presión de origen respiratorio y cardíaco son paralelas; la estandarización muestra que los niveles "Q" y "V" coinciden con una aproximación de pocos mm. (Perros 113, 112 y 115).

### RESULTADO DE LOS EXPERIMENTOS.

La fig. 4 corresponde a experimentos realizados en el animal con declive cefálico según el esquema de la fig. 3-I. Puede observarse que las curvas de presión cráneo-raquídea y de presión venosa son completamente paralelas y en ellas se inscriben las variaciones respiratorias y las de origen cardíaco; no puede ser decidido con seguridad,

\* Las punciones fueron realizadas por los Dres. R. Arana y H. Malosetti a quienes agradecemos su colaboración.

con estos solos elementos, cuál es la oscilación vinculada a la actividad auricular y cuál es la que depende de las variaciones de la presión arterial; pero es evidente la relación inmediata que debe existir entre los dos medios hidrostáticos estudiados, que se comportan prácticamente como vasos comunicantes.

La estandarización permite establecer los siguientes valores para la diferencia de alturas "Q" - V" en 9 experimentos en otros tantos animales: - 3,5; - 2,5; - 2,0; - 0,8; - 0,3; + 0,1; + 0,1; + 0,7; + 2,0 cm.

Si se tiene en cuenta el reducido valor de estas diferencias, el signo diferente de las mismas, el pequeño valor de la "vis a tergo" venosa que ha sido despreciado, el error que deriva de la pequeña pérdida de L. C. R. que se produce con la punción y que no ha sido exactamente compensada por la reinyección de suero fisiológico, la posición inhabitual del animal, la anestesia, etc., resulta de estos experimentos, la coincidencia práctica de los niveles "Q" y "V", sin que se pueda deducir nada sobre el signo de la pequeña diferencia entre ambos niveles y su consecuencia: el estado de distensión o colapso de los troncos venosos del neuroeje.

En la fig. 5 se reproduce una experiencia típica con el animal en posición cabeza arriba según el esquema de la fig. 3-II. La curva de presión raquídea inscribe los latidos arteriales y movimientos respiratorios transmitidos al L. C. R.; la curva de presión venosa se halla prácticamente inmóvil; en un momento dado (señalado por la flecha), se comprime la yugular inmediatamente por debajo del lugar de punción y se observa una elevación de la curva de presión venosa que comienza a inscribir los movimientos respiratorios y los latidos arteriales en completo paralelismo con la curva de presión raquídea; esta última, por su parte, sufre una pequeña elevación.

Mientras la yugular está colapsada no puede transmitir en dirección cefálica las variaciones tensionales torácicas o cardíacas; tampoco puede transmitir los latidos carotídeos. La presión en el punto de punción es prácticamente igual a la presión atmosférica, apenas modificada por los tegumentos que cubren la vena; el manómetro registra la presión que corresponde a la diferencia de alturas  $h$  (fig. 3-II) entre el extremo de la aguja y el nivel de los espejos. Cuando se hace la compresión yugular el cabo periférico se ingurgita y entra a formar parte del sistema hidrostático de los senos duros; el manómetro

soporta ahora la columna  $H$  (fig. 3-II) determinada por el nivel "V" propio de los senos venosos, situado algo por encima del extremo de la aguja, a la altura del orificio craneano de comunicación de los senos duros con la yugular del lado opuesto. En esas condiciones, la comparación de los niveles "Q" - "V" muestra una diferencia cuyo valor, en tres experimentos ha sido:  $- 0,5$ ;  $- 1,0$ ;  $- 3,4$  cm.

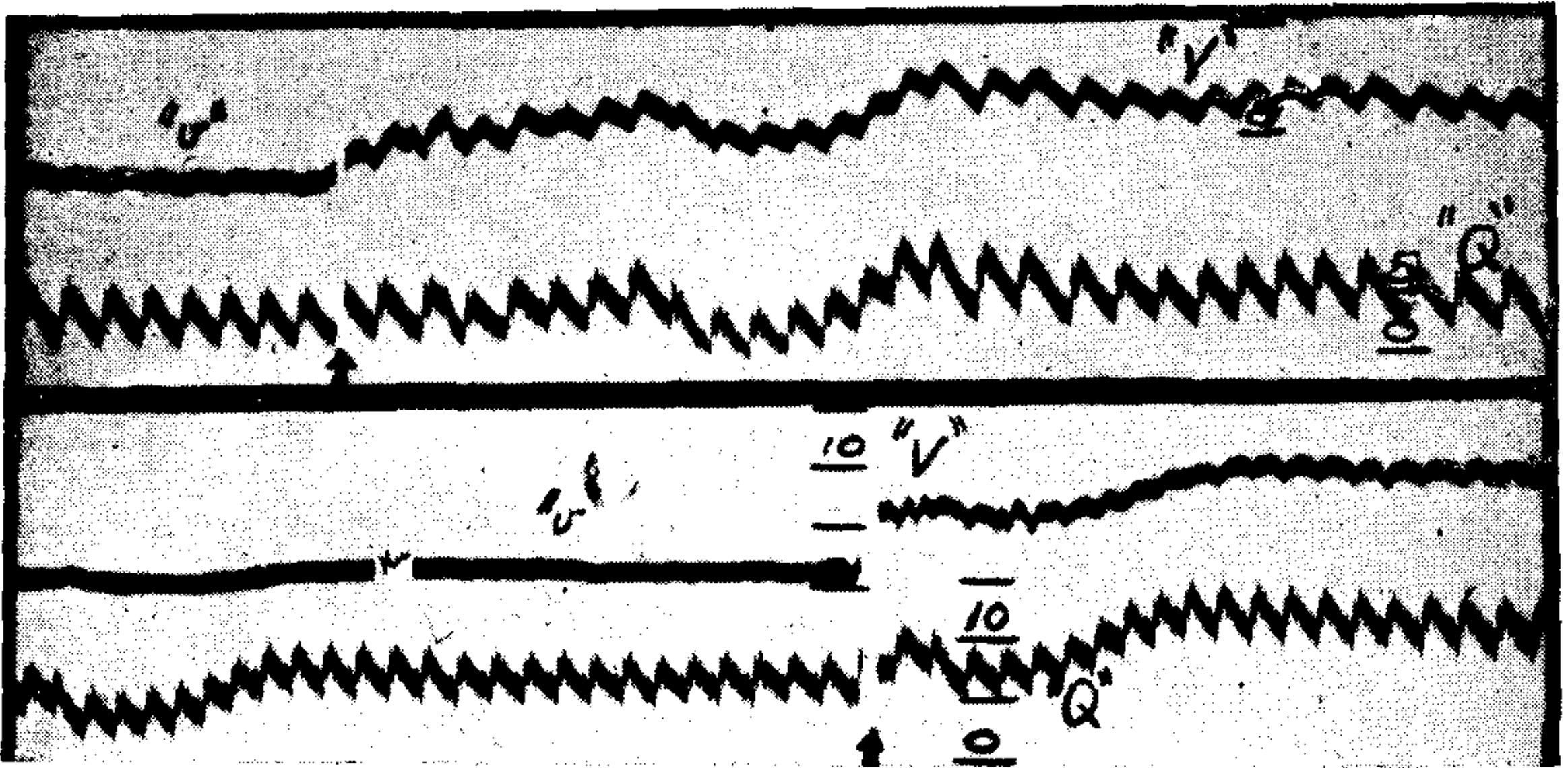


FIG. 5. — Registro de las presiones yugular y raquídea en dos experimentos con el perro en posición vertical cabeza arriba. La flecha señala el momento de la compresión yugular por debajo de la punción (fig. 3-II). Antes de la compresión el nivel venoso se halla más bajo que el nivel "Q" y no es afectado por la actividad respiratoria o cardíaca. Después de la compresión ambos niveles se hacen paralelos y coinciden con una aproximación de pocos mm. La derivación venosa hacia la otra yugular produce también pequeña elevación de "Q". (Perro 123).

Se comprende que la compresión de la yugular perturba algo las condiciones normales, puesto que toda la sangre venosa craneana y aún una parte de la extracraneana, es derivada a la yugular opuesta a través de los senos duros; pero esa perturbación no influye sobre las relaciones de los niveles "Q" y "V" (puesto que el aumento de presión venosa intracraneana se acompaña del correspondiente aumento de presión raquídea) y además es de valor reducido (puesto que la elevación propia del nivel "Q" en los tres experimentos citados últimamente ha sido de 1,5; 1,7; 4,0 cm.).

En cuanto a la interpretación de las variaciones respiratorias del nivel "Q" caben, a priori, varias hipótesis:

a) Hemos descartado ya la posibilidad que la yugular colapsada pueda transmitir variaciones de presión cardio-torácica al cráneo-raquis. b) En parecidas condiciones se hallan todas las venas que



salen del raquis y penetran en el tórax o en el abdomen, puesto que son venas relativamente gruesas, que pasan bruscamente a un ambiente de menor presión y deben hallarse por consiguiente colapsadas contra su escaso contenido. c) La hipótesis de que se trata de variaciones de presión del L. C. R. debidas a las variaciones respiratorias de la presión arterial está demostrada por los trazados de la fig. 6, donde puede observarse el completo paralelismo de las variaciones

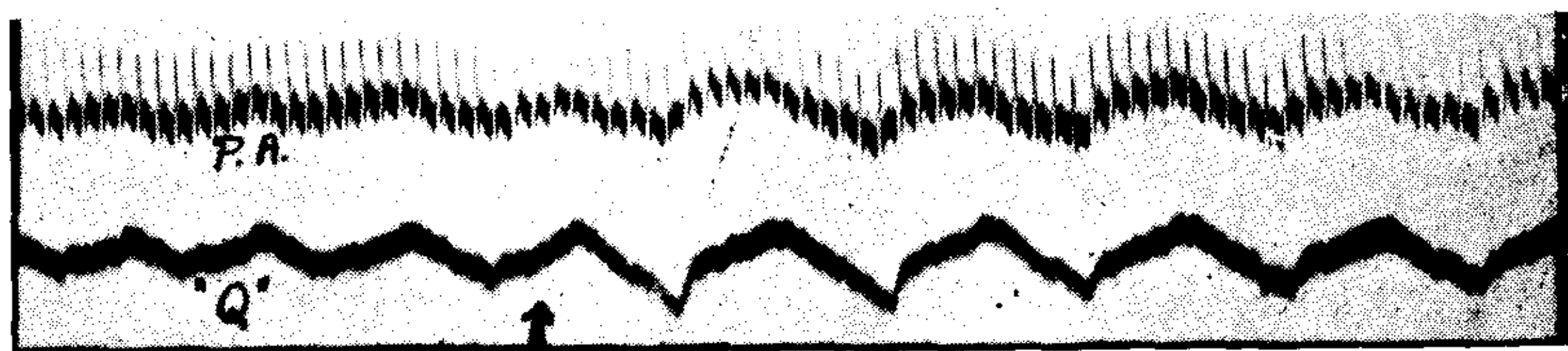


FIG. 6. — Registro de las presiones raquídea y arterial en un perro en posición vertical cabeza arriba. Se observa el completo paralelismo de ambas curvas. En la flecha se inicia la hiperpnea producida por la respiración de aire con  $\text{CO}_2$ . (Perro 125).

respiratorias de "Q" y de la presión arterial, tanto en reposo como durante la respiración exagerada que se obtiene cuando el animal respira aire con cierta proporción de  $\text{CO}_2$ . d) No puede descartarse la hipótesis que en la respiración forzada, los músculos del cuello, insertados en la base del cráneo, puedan crear variaciones tensionales en el ambiente que rodea el origen de las venas que salen inmediatamente del mismo, y que estas variaciones puedan hacer oscilar el nivel "V" y secundariamente el nivel "Q".

La fig. 7 muestra el resultado de experimentos donde se han hecho inyecciones sucesivas de suero fisiológico en la cavidad subaracnoidea a la cual se ha extraído previamente una cierta cantidad de L. C. R. Puede observarse cómo en el cuarto trozo del trazado superior y en el tercero del trazado inferior, los latidos arteriales se transmiten con mayor detalle y amplitud en la curva de presión venosa; pues bien, en estos dos trozos, la estandarización demuestra que los niveles "Q" y "V" coinciden y, por consiguiente, no hay distensión ni colapso de las venas del neuroeje; antes y después de los trozos mencionados dichas venas están respectivamente distendidas ("V" más alto que "Q") (fig. 2-III) y colapsadas ("Q" más alto que "V") (fig. 2-IV).

Las comprobaciones realizadas en el hombre se limitaron a la



determinación del nivel "Q" en la posición sentada en una serie de sujetos a quienes se practicaba la punción lumbar o subaracnoidea, con fines de diagnóstico. Pudimos verificar los siguientes hechos por lo demás ya conocidos: a) El nivel "Q" pasa aproximadamente por el vértice de las apófisis mastoides. b) Este nivel se obtiene igualmente cuando se punciona la cisterna magna (lo que representa una presión negativa de dos o tres cms. de agua en ese punto) o cuando

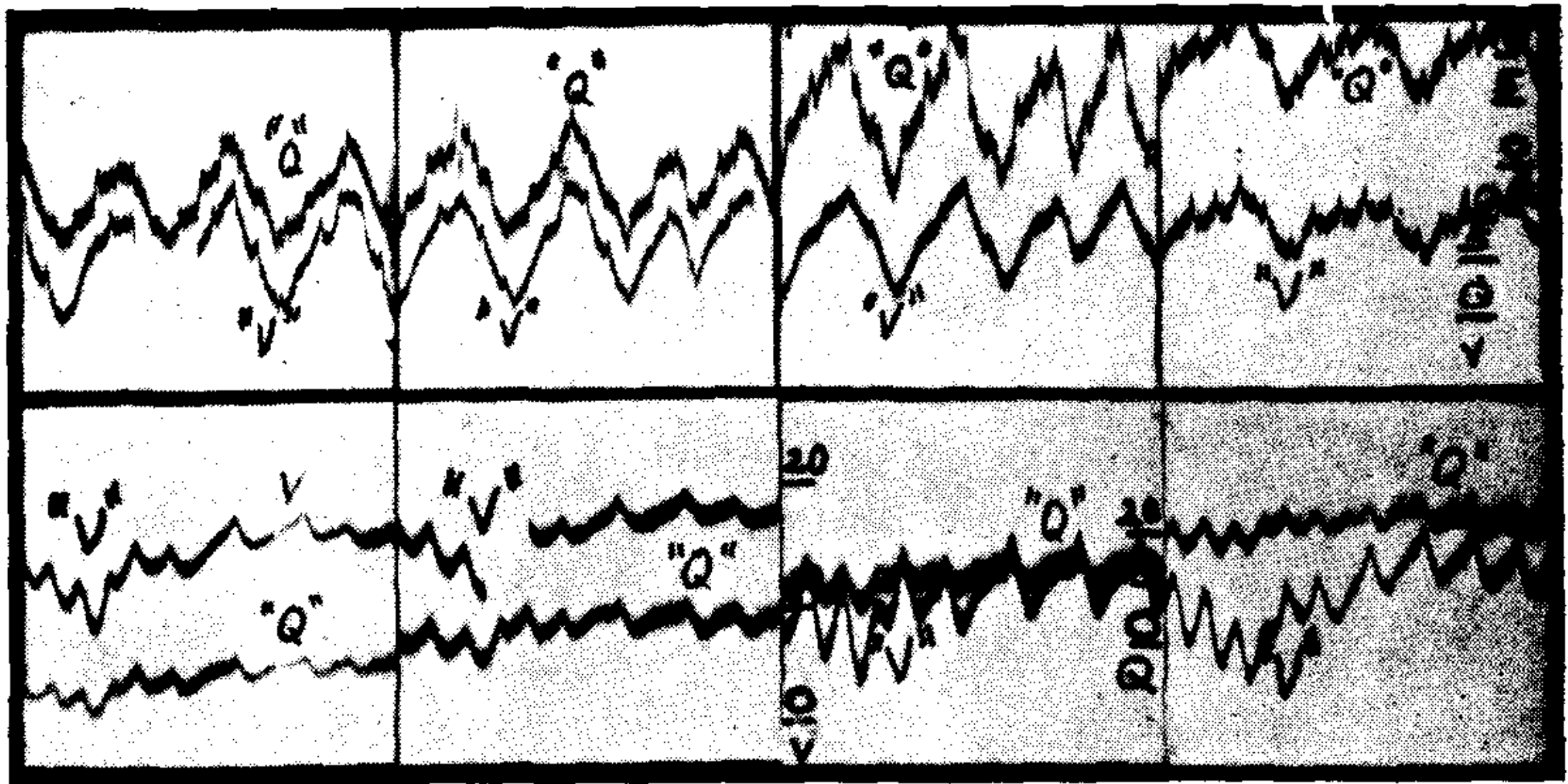


FIG. 7. — Registro de las presiones raquídea y yugular en dos perros en posición vertical cabeza abajo a los cuales se ha extraído una cierta cantidad de L.C.R. Después de cada trozo se reinyectan pequeñas cantidades de líquido fisiológico. Se observa la elevación progresiva del nivel "Q". En el cuarto trozo de arriba y en el tercero de abajo, donde la estandarización demuestra la coincidencia de los dos niveles, se observa la mayor amplitud de las oscilaciones de "V" y su mayor paralelismo con relación a las de "Q". (Perros 116 y 119).

se punciona la región lumbar, entre L4 y L5 (lo que representa una presión positiva de 40 a 50 cm. de agua en dicho lugar). c) El nivel "Q" así obtenido coincide prácticamente con la base del cráneo, es decir, con el nivel de salida de las venas yugulares. d) En los movimientos de inspiración ligeramente resistida, por el cierre total de la boca y parcial de las narices, el nivel "Q" desciende concomitantemente con la puesta en tensión de los músculos inspiradores del cuello.

#### DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.

Del conjunto de hechos expuestos, resulta la coincidencia práctica de los niveles "Q" y "V", es decir, la igualdad de presiones dentro y fuera de los senos venosos de la dura madre. Contrariamente a lo

que ocurre en el tórax y abdomen, donde la presión cavitaria es la determinante de la presión venosa en dicha cavidad <sup>2, 5</sup>, en el cráneo-raquis la presión venosa es la determinante de la presión cavitaria; en efecto, la posición del nivel "V" está determinada por razones puramente físicas y determina, a su vez, la posición del nivel "Q". Esta última relación de dependencia se debe a la intervención de mecanismos fisiológicos muy sensibles que pueden ser ampliamente perturbados por causas diversas; tal es lo que ocurre con la adición o substracción de L. C. R. que se acompaña de variaciones concomitantes y amplias de la posición de "Q" sin variaciones correspondientes de "V".

Aparte que la diferencia "Q - V" es muy pequeña, nuestros experimentos no permiten decidir el valor normal de dicha diferencia ni siquiera el signo de la misma, y menos todavía la influencia que sobre ella tienen las condiciones experimentales tales como la posición del animal, la punción, la anestesia, etc.

La importancia fisiológica de un cambio de signo de la diferencia "Q - V" es considerable y puede apreciarse si observamos nuevamente la fig. 2. Cuando "V" es más alto que "Q" (fig. 2-III), el volumen ocupado por las venas del neuroeje distendidas, representa una reserva de espacio cráneo-raquídeo que puede ser muy fácilmente desalojado por eventuales bruscas variaciones del volumen del neuroeje o del líquido cefalo-raquídeo sin variaciones significativas de la presión de este líquido. En cambio, cuando "Q" es más alto que "V" (fig. 2-IV), no existe prácticamente ese espacio de reserva y cualquier aumento de volumen del neuroeje o del L. C. R. debe traducirse por una importante variación de la presión de este líquido.

Un cambio tan radical de circunstancias logrado con un desplazamiento tan pequeño de niveles, hace pensar en las relaciones posibles de estos hechos fisiológicos con estados clínicos diversos; pensamos, en primer lugar, en la patogenia de la cefalalgia.

Es muy probable que sea la magnitud de la diferencia de niveles "Q - V" el factor regulador que mantiene la proximidad de los mismos; a este respecto puede pensarse, que cuando aumenta la presión del L. C. R., las venas de los plexos coroideos tienden a comprimirse (lo que disminuye la producción de L. C. R.); al mismo tiempo que las vellosidades aracnoideas bañadas en la sangre de los senos duros tienden a distenderse (lo que facilita la reabsorción del

L. C. R.); exactamente lo opuesto ocurre cuando la presión propia del L. C. R. disminuye primitivamente.

Mientras existe colapso de las yugulares, se mantiene aislada la cavidad cráneo-raquídea de las variaciones de presión del tórax; en condiciones patológicas, el aumento de presión venosa, de origen pulmonar o cardíaco, tiende a distender dichas venas en un trecho mayor o menor, de acuerdo con la importancia de dicho aumento de presión y de acuerdo con la inclinación del sujeto sobre la horizontal. Es poco frecuente que en la posición sentada, el aumento de presión venosa sea de tal magnitud que pueda distender las yugulares hasta su origen, y aumentar, por consiguiente, la presión raquídea sobre el valor que le corresponde en esa posición.

Se plantea de inmediato la posibilidad que el aumento de presión del L. C. R. (elevación de "Q"), tenga algo que ver con la disnea en cardíacos y pulmonares.

Las determinaciones de W. G. Harrison<sup>13</sup> demostraron, en efecto, que en la insuficiencia cardíaca congestiva, en la posición de decúbito lateral, existe un aumento considerable de la presión del L. C. R.; en la posición sentada, en cambio, el aumento es mucho menor, de lo cual el autor deduce que la hipertensión raquídea en el decúbito puede ser la causa de la ortopnea. De acuerdo con nuestra experiencia, y aparte de otros argumentos tan bien discutidos por T. R. Harrison<sup>14</sup>, la disnea existe muy a menudo en estados y en posiciones donde la distensión yugular no ha llegado hasta la base del cráneo, y por consiguiente, es muy probable que no exista modificación de la presión del L. C. R. Por otra parte, en el curso de procesos pulmonares crónicos y en la pericarditis fibrosa puede ocurrir una buena tolerancia al decúbito y aún a la posición de Trendelenburg con aumento considerable de la presión yugular<sup>15</sup>. Cabe tener en cuenta, a este respecto, de acuerdo con los trabajos de Cushing<sup>16</sup>, que un aumento de la presión del L. C. R. produce secundariamente un aumento de la presión arterial, útil para el correcto mantenimiento de la circulación cerebral; se podría pensar que cuando el corazón es suficiente (caso de los pulmonares) este aumento puede no ir acompañado de mayores inconvenientes, pero en el caso del insuficiente cardíaco, es muy probable que se produzca una exageración de los fenómenos de estancamiento venoso con su correspondiente acción disneizante.



Una consecuencia práctica de estos estudios es la que se refiere a la manera de medir la presión raquídea en la clínica.

Hay actualmente acuerdo general en que dicha medida debe hacerse con el sujeto en decúbito lateral, conectando la aguja de punción con un manómetro metálico, de agua o de mercurio\*.

De nuestros experimentos resulta claramente que, en la posición sentada, fuera de los casos de gran estancamiento yugular (gran insuficiencia cardíaca, enfisema pulmonar muy grave, tumores mediastinales), el nivel "V" y por consiguiente, el nivel "Q", están determinados, en forma prácticamente exclusiva por la altura de la base del cráneo.

Este hecho no constituye un inconveniente (como lo sostiene Merritt y Fremont-Smith en el párrafo transcripto), sino una gran ventaja, puesto que con un margen de pocos cms. puede establecerse si la presión medida es la normal, es decir, la determinada por la altura del origen craneano de la yugular, o en cambio, está modificada por otra causa patológica que actúa dentro del cráneo-raquis. En la posición de decúbito lateral la presión del L. C. R. está determinada también, en forma absoluta, por la presión yugular, pero esta última está sometida a variaciones más amplias y difíciles de precisar, que resultan de variaciones correspondientes de la presión torácica o auricular derecha o de pequeños cambios de posición del cuello y la cabeza.

*El amplio margen de variación tolerado para la presión del L. C. R. en la posición horizontal es consecuencia de la difícil apreciación de la presión yugular en esa posición; este factor se reduce a 0 en la posición sentada, en todos los casos en que no hay dilatación yugular hasta el origen.*

Resulta, pues, que mientras razones circunstanciales no se opongan, una medida precisa de la presión del L. C. R. puede ser obtenida con las siguientes normas sujetas al perfeccionamiento que dicte una experiencia mayor:

\* Según dicen Merritt y Fremont-Smith<sup>17</sup> "Loman, Myerson y Goldman (1935) encontraron que la presión subaracnoidea lumbar de un paciente en la posición sentada, iguala aproximadamente a la distancia vertical entre la cisterna magna y la aguja en el espacio lumbar, independientemente de la presión en la posición acostada. Por esta razón la medida de la presión del líquido cérebro-espinal en un paciente en la posición sentada no tiene valor clínico".

En un estudio de los mismos autores Merritt y Fremont-Smith, sobre 1033 determinaciones llegan a la conclusión que en 94 % de los casos la presión del L.C.R. oscilaba entre 70 y 180 mm. de agua.



## PRESIÓN L. CÉFALO-RAQUÍDEO Y DE LAS YUGULARES

En el sujeto en posición sentada, con el tronco ligeramente inclinado hacia adelante, y la cara inclinada ligeramente hacia abajo, se practica la punción raquídea o suboccipital, se conecta la aguja con el tubo de goma continuado por el tubo de vidrio cuya longitud total puede ser de 60 cm., y cuyo volumen interior de 3 a 4 cc.; el sistema se va llenando con el propio L.C.R., se espera hasta que el menisco manométrico se estabilice, y se compara con el nivel de los vértices de las apófisis mastoides; debe evitarse la contractura de los músculos del cuello.

Según un corto número de experiencias, la extracción de 5 cm. de L.C.R. no modifica prácticamente la posición del nivel "Q" de modo que dicho líquido puede utilizarse sin inconvenientes como medio manométrico. Es muy probable que las variaciones normales del nivel "Q" con relación al plano anatómico indicado o a otro que la experiencia recomiende mejor, se reduzcan a muy pocos centímetros.

### SUMARIO Y CONCLUSIONES

1) El L. C. R. constituye un medio hidrostático; por consiguiente su presión está dada por la posición, relativa al cráneo-raquis, del nivel de presión atmosférica (*nivel "Q"*). Dicho nivel coincide con el menisco de un tubo manométrico en comunicación con cualquier punto de la cavidad subaracnoidea.

2) Despreciando el pequeño valor de la *vis a tergo*, los senos duros constituyen también un sistema hidrostático, cuya presión está dada por la altura de su nivel de presión atmosférica (*nivel "V"*). Este nivel coincide con el menisco de un tubo manométrico que comunica con la yugular, cuando entre el origen craneano de esta vena y el punto de punción no existe zona colapsada.

3) Se hace el registro óptico de los niveles "Q" y "V" en una serie de perros en las posiciones: a) vertical cabeza abajo; b) vertical cabeza arriba, con la yugular comprimida por debajo del punto de punción. Ambos niveles coinciden con una aproximación de algunos mm.

4) En conexión con este hecho, y con ayuda de un modelo experimental teórico, se discuten diversos problemas: a) La causa determinante de la presión del L. C. R. b) La forma más adecuada para su medida. c) Las consecuencias intracraneanas de las variaciones relativas de la altura de los niveles "Q" y "V". d) Algunos aspectos del problema de la ortopnea.

BIBLIOGRAFIA

1. *Gardner W. J.* — Cerebrospinal Fluid: Dynamics. en Glasser O., "Medical Physics", Year Book Publishers, Chicago, 1944.
2. *Duomarco J., Rimini R. y Recarte P.* — La presión intraabdominal y la presión en la vena cava inferior. "Rev. Arg. de Cardiol.", 1944, 11, 273.
3. *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 Cardiol.", 1944, 11, 286.
4. *Duomarco J., Recarte P. y Rimini R.* — La presión intraabdominal y la regulación del retorno venoso. "Rev. Arg. de Cardiol.", 1945, 11, 359.
5. *Duomarco J., Rimini R. y Recarte P.* — La presión intrapleural y la presión de los troncos venosos del tórax. "Rev. Arg. de Cardiol.", 1945, 12, 129.
6. *Duomarco J., Rimini R. y Predari F. N.* — Sobre el estado de distensión o colapso de las venas cavas, estudio radiológico. "Rev. Arg. de Cardiol.", 1946, 12, 333.
7. *Duomarco J., Estable J. J., Rimini R., Bonnevaux S. C. y Giambruno C. E.* — Acción de los movimientos respiratorios sobre la pequeña circulación. "Rev. Arg. de Cardiol.", 1946, 13, 139.
8. *Grashey H.* — Citado por Hormann K.: Die intraabdominellen Druckverhältnisse. "Arch. f. Gynäcol.", 1905, 75, 527.
9. *Krönig B. und Gauss C.* — "Münchener Med. Wochenschr.", 1907, 54, 1969; citados por Weed L. H.: Postural adjustments of the pressure of the cerebrospinal fluid. "Physiol. Review", 1933, 13, 80.
10. *Baumann W.* — Ueber Messung und Bedeutung des Liquordruckes. "Münchener Med. Wochenschr.", 1931, 78, 311.
11. *Queckenstedt.* — Zur Diagnose der Rückenmarkskompression, "Deutsche Ztschr. f. Nervenhe.", 1916, 4, 325; citado por Gardner.
12. *Hamilton W. F., Brewer G. and Brotman J.* — Pressure pulse contours in intact animal. "Am. J. of. Physiol.", 1934, 107, 427.
13. *Harrison W. G.* — Cerebrospinal fluid pressure and venous pressure in cardiac failure. "Arch. of Int. Med.", 1934, 53, 782.
14. *Harrison T. R.* — "Failure of the Circulation", Edit. Williams and Wilkins, Baltimore, 1939.
15. *Rimini R., Duomarco J. y Arboleya L. P.* — Acción de la declivoterapia en algunos enfisematosos disnéicos. "Rev. de Tub. del Uruguay", 1946, 14, 231.
16. *Cushing H.* — Concerning a definite regulatory mechanism of the vasomotor center which controls blood pressure during cerebral compression. "John Hopkins Hosp. Bull.", 1901, 12, 290; citado por Freeman N. E.: Hipertesion from increased intracranial pressure. "Blood, Heart and Circulation" edit. Moulton F. R., The Science Press, 1940.
17. *Merritt H. H. and Fremont-Smith F.* — The cerebrospinal fluid, 1938, Edit. Saunders Company, Philadelphia and London.

R É S U M É

1) L'L.C.R. constitue un moyen hydrostatique; en conséquence sa pression est donnée par la position relative, du niveau de la pression atmosphérique (niveau "Q"). Ce niveau coïncide avec le menisque d'un tube monométrique en connexion avec un point quelconque de l'espace subarachnoïde.

2) Ne tenant pas compte de la valeur moindre du vis a tergo, les seins durs constituent aussi un système hydrostatique, la pression duquel est donnée par la hauteur de son niveau de pression atmosphérique (niveau "V"). Ce niveau coïncide avec le menisque d'un tube manométrique qui se communique avec la jugulaire, quand entre l'origine crânienne de cette veine et le point de ponction il n'existe aucune zone collapsée.

3) On fait le registre optique des niveaux "Q" et "V" dans une série de chiens dans les positions: a) verticale, tête en bas; b) verticale tête en haut avec la jugulaire comprimée en dessous du point de la ponction. Les deux niveaux coïncident avec une approximation de quelques mm.

4) En connection avec ce fait, et avec l'aide d'un modèle expérimental théorique, l'on discute divers problèmes: a) la cause déterminante de la pression du L.C.R.; b) la forme plus correcte de sa mesure; c) les conséquences intracrâniennes des variations relationnées à la hauteur des niveaux "Q" et "V"; d) quelques aspects des problèmes de l'orthopnée.

S U M M A R Y

1) The cerebrospinal fluid is an hydrostatic medium; consequently its pressure is determined by the relative position of the level of atmospheric pressure (level Q). This level coincides with the meniscus of a manometric tube in communication with any point of the subarachnoid space.

2) Dispensing with the small value of the vis a tergo the dural sacs constitute also an hydrostatic system the pressure of which is determined by the height of its level of atmospheric pressure (level V). This level coincides with the meniscus of a manometric tube connected to the jugular vein if no collapsed zone exists between the cranial origin of this vein and the point of puncture.

3) Optical registration of levels Q and V were made in dogs in vertical position a) head down and b) head up. In the latter case the jugular vein was compressed below the point of puncture. Both levels coincided with an approximation of a few mm.

4) In connection with this fact and with the aid of an experimental model the following problems are discussed: a) the determinant cause of the cerebrospinal fluid pressure; b) its most adequate determination; c) the intracranial consequence of the relative variations of levels V and Q; d) some aspects of orthopnea.

ZUSAMMENFASSUNG

Auf Grund von Tierversuchen und vermittels eines experimentellen theoretischen Modells, bespricht man verschiedene Probleme:

- a) Der auslösende Grund des Liquordrucks; b) die geeignetste Form seiner Messung; c) die intrakraniellen Veränderungen in Bezug des Niveaus Q und V; d) verschiedene Gesichtspunkte zum Problem der Orthopnoe.