

Policlín. Alvear. Servicio de Urología
Jefe: Prof. Dr. Armando Trabucco

MORFOLOGIA FUNCIONAL DEL GLOMERULO RENAL

Por los Dres. ARMANDO TRABUCCO y FERNANDO J. MARQUEZ

La presencia de una pequeña cámara colocada alrededor del glomérulo renal hace pensar inmediatamente en la función que puede tener para coleccionar el elemento filtrado por dicho glomérulo. Es por eso que en el estudio que hemos emprendido de la morfología funcional del glomérulo en el año 1950, y ya hemos publicado varios trabajos sobre el tópico, nos ha llamado siempre la atención, las variaciones observables en dicha cámara, según los diversos estados de repleción y vacuidad.

Este año hemos tratado de sorprender, por así decir, los distintos estados funcionantes que puede tener el glomérulo renal, y por eso queremos tratar de asociar los estados de repleción glomerular, con los estados de vacuidad y relleno de la cámara, también lo mismo que el estado en que se encuentra la arteria glomerular y el tamaño en sí del contenido capsular.

El glomérulo del riñón está constituido por varios elementos: el primero y más importante indudablemente es la arteria, el segundo es la cápsula de Bownan y el tercero es la iniciación del tubo contorneado, donde se une con la cápsula de Bowman, sitio en que se establece un verdadero cuello.

Capilar glomerular. — El glomérulo (Fig. 1), como hemos visto en trabajos anteriores, está formado por un vaso único, que se aóda en cierto modo y que de una de sus paredes emite evaginaciones de tipo pseudo-aneurismáticos: esas evaginaciones se dividen en múltiples compartimientos para llegar a completar un glomérulo, tal cual hemos demostrado en trabajos anteriores.

Repetimos, no es un capilar en donde se halla interpuesta una red entre un extremo y otro, es decir, un capilar aferente y un capilar eferente con la red interpuesta, ni es tampoco una arteria apelonada, sino que es una arteria que tiene en uno de sus lados un compartimiento, en donde se acumula la sangre en el acto funcional. Este hecho está, no sólo comprobado por la parte morfológica, sino también por la embriología: en los glomérulos del feto recién nacido, en la parte más externa del riñón, pueden observarse esos pequeños senos vasculares que se desprenden de las paredes de los vasos capilares, dividiéndose en uno, dos, tres o más compartimiento, hasta llegar a ser incontables y llegar al complejo estructural del glomérulo. Nosotros siempre hemos encontrado una sola arteria, aunque podría haber algunas veces dos ramas o tres ramas de la misma arteria, pero nunca una red interpuesta, siempre son evaginaciones que salen de esa arteria y que forman lo que se llama el complejo glomerular.

Cápsula de Bowman. — Cubriendo a estos elementos glomerulares, hay una membrana descrita por Bowman y que lleva su nombre (Fig. 2). En realidad esta membrana es la iniciación del tubo contorneado y pertenece a él. Embriológicamente, se produce en el mesénquima que rodea al capilar glomerular y que va afinándose, por así decir, achatando sus células y transformándose en una verdadera membrana que rodea todo el glomérulo y además, reflejándose sobre sí misma, se transforma en una cavidad, como si fuere una gástrula, en donde en la parte central gástrica, estuviese el glomérulo y la parte que rodea ese glomérulo vendría a ser entonces la cápsula de Bowman con su antro. La cápsula de Bowman está en comunicación directamente con el tubo contorneado proximal, por intermedio de un elemento que consideramos que es de mucha importancia, el cuello de la cápsula.

Cuello de la cápsula de Bowman. — La cápsula de Bowman, como dije, en su unión con el tubo contorneado proximal se transforma en una zona

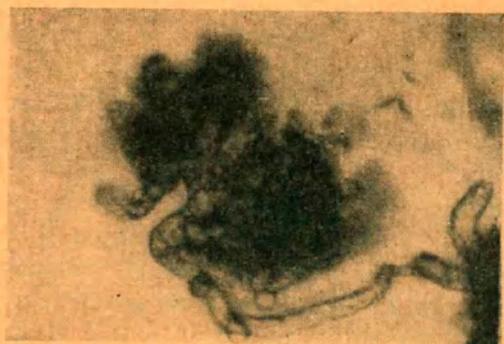


Fig. 1. — Glomérulo renal normal donde, mediante la microdissección, se han replegado las evaginaciones glomerulares para evidenciar la continuidad de la arteria.

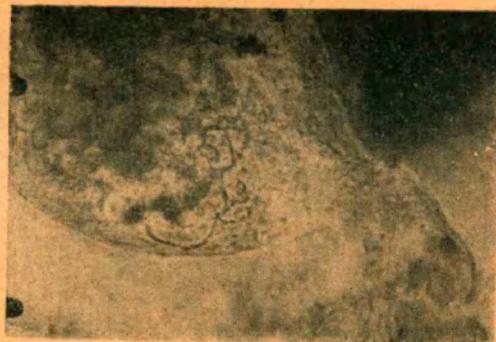


Fig. 2. — Cápsula de Bowman cubriendo las evaginaciones glomerulares. Obsérvase también que la unión de la cápsula con el tubo contorneado proximal se hace mediante un verdadero cuello con todas las características de órgano funcionando.

especial que se llama el "cuello de la cápsula" (Fig. 2). No hemos encontrado fibras musculares que rodean ese cuello, pero indudablemente la unión de la cápsula con el tubo contorneado proximal se hace en un punto crítico, punto que trataremos de estudiar para determinar la importancia que puede tener. Sigue al cuello el tubo contorneado proximal, que se presenta en múltiples volutas, como un tubo replegado sobre sí mismo, tapizado por células en borde de cepillo, netamente funcionantes, pero que en este momento no entraremos a discutir, porque no interesa.

Nuestra intención en este trabajo es determinar en qué estado se encuentra el capilar glomerular con todas sus evaginaciones, así como la cápsula de Bowman propiamente dicha y el cuello de la cápsula de Bowman en los distintos estado funcionantes; por eso hemos querido hablar de estas observaciones como la morfología funcionante del complejo glomerular. Para nosotros el complejo glomerular está establecido por el capilar, el pelotón capilar, la cámara de la cápsula de Bowman con sus paredes y el cuello de la cápsula de Bowman.

Material y método. — Como material y método hemos utilizado los que anteriormente hemos descrito, es decir, riñones recientemente extraídos de cadáveres, en donde después de un prolijo lavado con suero para eliminar todo lo que contengan de sangre a una presión determinada, equivalente a la que tenía el sujeto en vida, se hace pasar a la misma presión una solución de látex en amoníaco, luego se deja coagular el látex y se corroe con ácido clorhídrico, tal cual hemos descrito en trabajos anteriores y remitimos al lector a ellos.

Observaciones hechas. — Hemos observado distintas etapas de esta función y si partimos de un punto determinado, podemos decir lo siguiente: *1ª imagen:* Cuando la cápsula está vacía, es decir, totalmente colapsada sobre el ovillejo glomerular, el cuello de la cápsula de Bowman generalmente está cerrado. Da la impresión de que después de haber dejado salir todo el líquido que estaba dentro del antro se cierra inmediatamente. El ovillejo glomerular

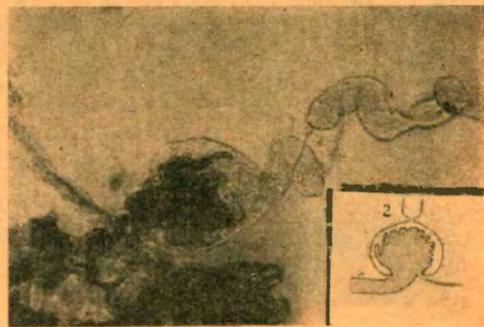
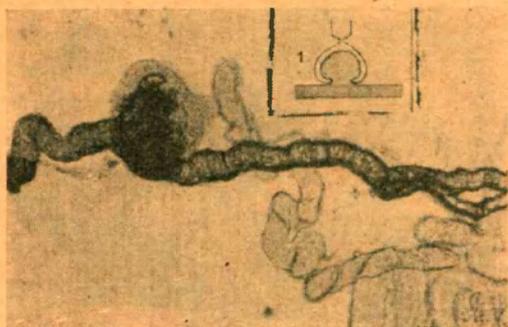


Fig. 3. — 1er. estado: Glomérulo en reposo.

Fig. 4. — 2do. estado: Comienzo de la función filtrativa.

está contraído y reducido al máximum en su superficie. Este es el período que podríamos llamar de reposo, el período en que está sin función dicho glomérulo. Si observamos la arteria glomerular, ésta tendrá que estar totalmente dilatada, siendo su diámetro de entrada y de salida prácticamente igual, es decir, la sangre entra y sale por el vaso sin penetrar prácticamente en el ovillejo glomerular. Forzosamente en este momento no se producirá ninguna filtración: por ende el nefrón tendrá que estar vacío en este momento.

2ª imagen: Está contraída la porción eferente de la arteria glomerular, contracción que puede llegar, en un momento dado, a ser tan fuerte, que el capilar correspondiente a la salida del glomérulo tendrá un diámetro 5 ó 6 veces menor que el capilar de entrada; a veces llega a ser tan marcada la contracción que no permite el pasaje de la sustancia plástica, no pudiéndose evidenciar porqué la corrosión, al no encontrar ningún material resistente, destruye toda la estructura orgánica. Ese es el momento de máxima contracción. Es de observar que en ese estado el ovillejo glomerular está agrandado, la sustancia plástica entrada en él lo ha distendido, evidenciando perfectamente sus evaginaciones. La cápsula de Bowman, si bien no está marcadamente distendida, no está colapsada sobre el glomérulo, se separa un poco del

glomérulo y deja su antro visible, prácticamente en vías de llenarse y lo que es importante de observar en este momento de la morfología funcional del glomérulo, es que el cuello de la cápsula de Bowman está contraído. Esto significa, que el relleno del antro tendrá que hacerse forzosamente: una, por la mayor presión que existe dentro del glomérulo y otra, por no poder salir el líquido filtrado por la contracción del gollete de la cápsula de Bowman.

3ª imagen: Mismo estado arterial que el anterior, aunque ya es visible prácticamente la arteria de salida, cuyo diámetro es ya mayor que en la etapa anterior; ya se llena con sustancia plástica, siendo prácticamente la mitad del tamaño de la arteria de entrada. El ovillejo glomerular todavía conserva gran tamaño. El antro de la cápsula de Bowman va adquiriendo cada vez más volumen, llenándose considerablemente con sustancia filtrada y transformando

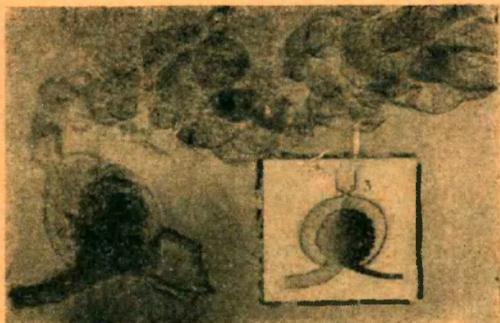


Fig. 5. — 3er. estado: Rellenamiento de la cápsula de Bowman.

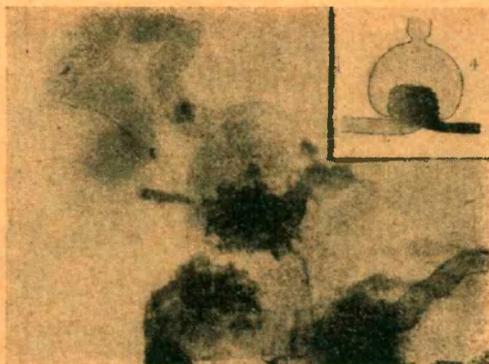


Fig. 6. — 4to. estado: Rellenamiento máximo.

su cavidad virtual en una verdadera cavidad real. Aún permanece el gollete cerrado.

4ª imagen: La porción de salida del vaso es un poco mayor que en la etapa anterior, pero todavía evidentemente menor que el de entrada. Las evaginaciones glomerulares se están evidentemente colapsando, el ovillejo disminuye de capacidad, pudiéndose observar que el cuello de la cápsula de Bowman es más grande que en las etapas anteriores, se está entreabriendo.

5ª imagen: El vaso de entrada del glomérulo y el vaso de salida prácticamente están con el mismo diámetro, el capilar es igual; el glomérulo está prácticamente y en forma total colapsado; la cápsula tiene menos cantidad de líquido que en los estados anteriores y el cuello del glomérulo está totalmente abierto; si este cuello se contrae, nos une al primer estado, cerrando el ciclo.

Podría no ser ésta la realidad en la interpretación fisiológica, pero sí estamos seguros que es la manifestación morfológica de un evidente estado funcional y que la hemos encontrado prácticamente en todos los riñones que hemos estudiado con material plástico. Creemos que es lógico el pensar que al contraerse el capilar de salida, evidentemente inicia la etapa filtrante por aumento de presión de la sangre dentro de la cavidad glomerular, aumento de presión

de la sangre con gran aflujo, porque el vaso de entrada está muy dilatado y el vaso de salida prácticamente imperceptible, vale decir, la sangre, para poder circular, tropieza con una presión muy grande y para disminuir el empuje debido a esta presión, no queda otro remedio de que se filtren todos los elementos que puedan pasar a través del filtro glomerular, pasando por la etapa de relleno al maximum de todas las evaginaciones capilares del glomérulo. Estos elementos entonces alcanzan el maximum de distensión, es el estado en que todos los fondos de saco están repletos y rellenos, entrecruzándose entre sí, y entremezclándose. Esta distensión máxima del ovillejo aumenta considerablemente la superficie de filtración del glomérulo, y permitirá inmediatamente el pasaje de todas las sustancias plasmáticas menores de 30.000 que puedan pasar a través de la membrana. Pero la función que establece la cápsula de Bow-

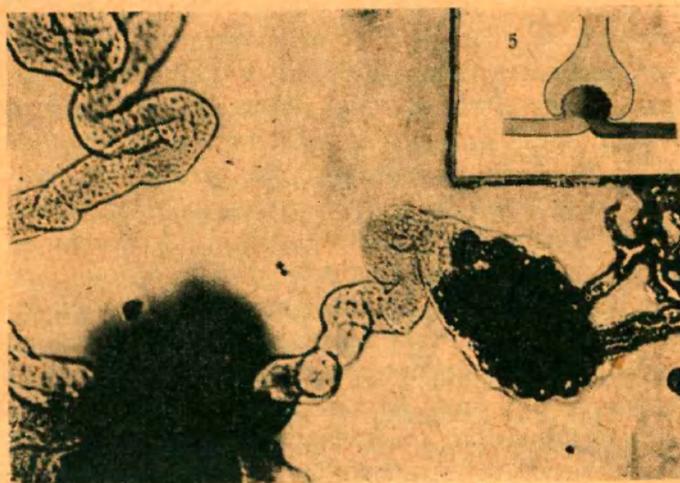


Fig. 7. — Quinto estado: Final de la función glomerular.

man, también debe reconocerse; si el filtrado pasase directamente a los tubos, sin ninguna detención previa, aunque esa sumamente fugaz, décimas de segundos o centésimas de segundos, ¿para qué existiría la cápsula? Tiene que tener alguna función especial de almacenamiento momentáneo, rápido, fugaz, no importa, pero tiene que haber algún almacenamiento del líquido, sobre todo habiéndose puesto en forma evidente, que el cuello de la cápsula de Bowman tiene una verdadera acción reguladora, manifestada por su contracción y relajación. Es probable que esta detención, provocada por el cuello de la cápsula de Bowman, que obliga entonces al líquido filtrado a permanecer dentro de la cápsula de Bowman, sea para determinar una presión positiva sobre el glomérulo, que al filtrar al maximum, neutraliza, compensando la presión de filtración por la presión intracavitaria que se va desarrollando dentro de la cápsula de Bowman. Llegado al equilibrio de presiones, se producirá el reflejo de abertura de la porción postglomerular de la arteria glomerular, facilitando entonces con la relajación de sus paredes la circulación sanguínea. En este momento, en que comienza a caer la tensión intracapsular, se abrirá el cuello de la cápsula de Bowman y el líquido, que está en el antro de la cápsula,

ser evacuado por la abertura del cuello al tubo contorneado, que procederá a la depuración. Vaciado el antro y terminada la presión que podría haber dentro de él y que habría provocado la abertura y la dilatación del vaso de salida se produce nuevamente el estado de iniciación de la filtración, es decir, vuelve a producirse el reflejo de contracción de la porción de salida de la arteria glomerular y vuelve a iniciarse la etapa de filtración, produciéndose de esta manera un estado de armonía entre la contracción del vaso de salida y la relajación del vaso de entrada, la dilatación de las evaginaciones glomerulares con la repleción de la cápsula de Bowman, condicionada por la contracción del cuello de la cápsula de Bowman. Creemos que la actividad del cuello de la cápsula de Bowman tiene capital importancia.

Vuelvo a repetir que no hemos encontrado histológicamente aún, ningún elemento que pueda significar actividad contráctil en ese sitio, pero no podemos dejar de reconocer la morfología que hemos encontrado con los moldes. Es evidente que hay etapas en la función de este glomérulo, en donde el cuello de la cápsula de Bowman se encuentra como contraído; en cambio hay otras etapas, en donde se encuentra como dilatado, y coinciden, como se puede ver en las figuras adjuntas, que la contracción del cuello de la cápsula de Bowman está justamente en el momento en que está filtrándose el suero dentro del antro con la contracción de la arteria de salida y, por otra parte, está relajado en el momento en que se vacía todo ese antro, en ese momento está el glomérulo colapsado contra la arteria que lo sustenta, con ambas porciones, la de entrada y la de salida, prácticamente del mismo diámetro.

No escapa a la observación la extraordinaria importancia que puede tener, no sólo en la fisiología normal de la formación de la orina, sino también en los estados patológicos que puede tener un riñón. Evidentemente toda alteración que pueda haber en este libre funcionamiento sincrónico, entre la sangre que pasa por la arteria glomerular y sus evaginaciones glomerulares; con el contenido del antro y del cuello, altera visiblemente el mecanismo de la filtración y tendremos nosotros desde la anuria completa, hasta las disfunciones glomerulares, pasando por todos los estados de máximo y mínima patología del riñón.

BIBLIOGRAFIA

- Trabucco A. y Márquez F.* — Conformación del ovillejo glomerular del riñón. Rev. Arg. de Urol. 19:87-108, Enero-Junio 1950.
- Trabucco A. y Márquez F.* — Estructura del glomérulo renal. Minerva Urol. IIIº, nº 4, pág. 129, 1951.
- Trabucco A. y Márquez F.* — La arteria glomerular en las glomerulitis crónicas y la constitución de la "vasa recta". Rev. Arg. de Urología, 20:205-212. Julio-Agosto 1951.
- Trabucco A. y Márquez F.* — La constitution pathologique de la vasa-recta-vera dans le rein. Enviado al Congreso Internacional de Anatomía de Clermont Ferrand. Marzo 1952.
- Trabucco A. y Márquez F.* — Structure of glomerular tuft, J. Urol. 67:235 255. March 1952.
- Trabucco A. y Márquez F.* — La conjunción arterio-venosa de la arteria glomerular. Rev. Arg. de Urol. 22:311-326, Sept.-Diciembre 1953.
- Trabucco A. y Márquez F.* — The venous junction of the glomerular artery. J. Urol. 1954 (en publicación).