

IV

DATOS ANATÓMICOS

EL LOBULILLO RENAL O NEFRON

Damos, desde luego, por supuesto el conocimiento de la anatomía y la histología del riñón normal.

Pero para la comprensión de la fisiología, la fisio-patología y aún de ciertas situaciones patológicas, es conveniente insistir sobre algunos hechos, menos bien conocidos, y sobre otros que, con frecuencia, no son comprendidos en todo su valor.

Entre ellos, los más importantes se refieren al detalle de la circulación vascular, a la topografía de los distintos segmentos del tubo urinario y a la ponderación de las superficies activas, ultrafiltrantes o secretoras.

La anatomía comparada y la embriología, al enseñarnos a reconocer en el riñón al **nefridio**, suministraron la filiación y explicación de un hecho que ya había sido establecido por la anatomía normal, a saber: que el órgano renal está constituido por innumerable cantidad de unidades anátomo-funcionales, cada una de las cuales comprende todo lo que es esencial al riñón.

A estas unidades funcionales se les ha llamado "lobulinos renales", pero cada vez más prevalece la denominación muy apropiada de "nefrones", propuesta por Ponfick (4).

En el plan constitutivo del nefrón lo fundamental es la oposición de un singular sistema de irrigación vascular a un canalículo epitelial diversamente diferenciado.

A raíz de esta diferenciación es indispensable enfocar el estudio de los dos elementos primordiales a nivel de cada segmento en particular.

En ninguna otra parte los hechos morfológicos se han mostrado más elocuentes para sugerir por sí solos una fisiología.

Se distinguen en el nefrón: 1^º) el corpúsculo de Malpighi, con su glomérulo vascular y las dos capas de células aplanadas de la cápsula de Bowman. 2^º) Después de un muy corto cuello, el túbulo contorti, o tubo contorneado proximal, constituido por altas células epiteliales con doble estriación y provisto de una rica red capilar peritubular. 3^º) El ansa de Henle, identificada por un carácter llamativo pero en realidad externo, ya que consta de dos segmentos diferentemente constituidos: la rama delgada, de aplanado epitelio aunque de luz interior conservada y la rama

ancha, de células nuevamente altas, pero con estriación exclusivamente basal.

Hay que hacer constar que la rama descendente comprende, también, una primera porción que tiene una constitución idéntica a la del tubo contorneado que la precede y que, en realidad, no es más que el segmento más distal, rectilíneo, de ese mismo canalículo. Este hecho confirma la heterogeneidad constitutiva del ansa de Henle y el carácter exterior de su designación.

4") El segmento intermediario de Schweigger-Seidel, que no se distingue histológicamente de la rama ancha, pero que se muestra incurvado al punto de merecer la designación de tubo contorneado distal.

En realidad, parece más racional distinguir en el tubo urínifero, además del tubo contorneado proximal, un "segmento delgado" a expensas de la rama fina de Henle y un "segmento distal", comprendiendo la rama gruesa y la porción intermediaria de Schweigger-Seidel.

Todos los segmentos están provistos de una red capilar peritubular, cuyo alcance es a la vez nutricional y funcional.

5º) Finalmente, el nefrón comprende el tubo colector de Bellini que configura la parte más distal del sistema urinario y cuyo papel no es más que el puramente pasivo de un canal de deflujo. Su irrigación, mucho menos rica que la de los segmentos anteriores, sin duda alguna es exclusivamente nutricional.

El todo se encuentra en el seno de una masa de tejido conjuntivo, más o menos escasa según los segmentos, con las aptitudes reaccionales y las virtualidades evolutivas que son específicas a ese tejido.

Desde el punto de vista topográfico el nefrón dispone sus partes constitutivas siguiendo líneas de orientación que van de la corteza a la médula.

El corpúsculo de Malpighi y el túbulo contorti asientan en la zona cortical.

Las partes más proximales del ansa de Henle, todavía en la corteza, avanzan hacia la zona medular del riñón.

La curva misma del ansa y buena parte de los dos segmentos adyacentes a la misma quedan en plena sustancia medular, pero las porciones más distales del canalículo y, desde luego, el tubo de Schweigger-Seidel, asientan de nuevo en plena corteza, en la vecindad del túbulo contorti proximal.

La disposición global es, pues, en forma de U muy estrecha y alargada.

La diferencia de espesor y constitución y, por lo tanto, de coloración y transparencia, de los distintos segmentos, hace comprensible que, dada la yuxtaposición de los nefrones según un mismo plan topográfico, una división en capas desde la periferia al centro, tenga lugar en los cortes sagitales del riñón.

Peter (5) distingue aparte de las clásicas zonas cortical y medular, varias capas ubicadas dentro de esta última, a saber: 1º) la más interna de todas, desde la región papilar hasta la

zona de unión entre las ramas gruesa y fina del ansa de Henle. Es la capa medular interna.

2º) Una franja que va desde dicho punto hasta la junción del túbulo contorti con el origen de la rama fina.

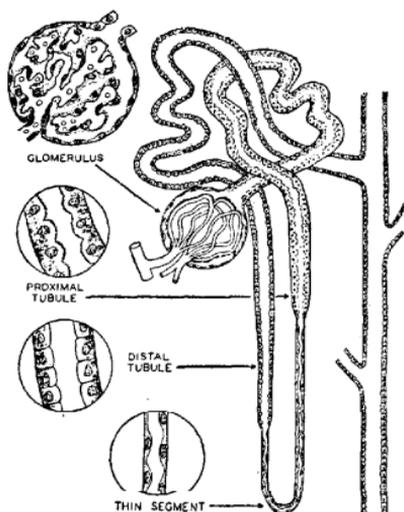


Figura 17. — Diagrama mostrando los aspectos esenciales del nefrón típico del hombre. (Tomado de Homer W. Smith. "La fisiología del riñón", 1937.)

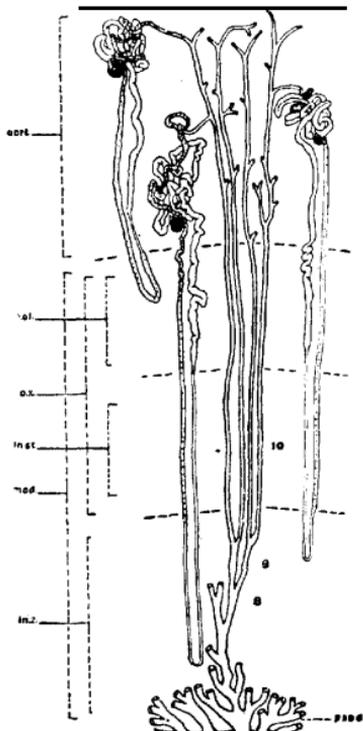


Figura 18. — Diagrama de un nefrón de mamífero indicando las relaciones topográficas de sus diferentes elementos entre sí y en relación con las zonas descritas por Peter. Cort., Corteza. Inst., Capa interna (inner stripe). Inz., Zona interna. Med. Médula. Ost., Capa externa (outer stripe). Oz., Zona externa. (Tomado de G. Carl Huber. "La forma y estructura del tubo renal de los mamíferos".)

3º) Una capa, todavía más exterior, que abarca la zona que media entre esa junción y el límite entre la corteza y la médula.

En conjunto las bandas segunda y tercera constituyen para Peter, la capa medular externa. (Véase el esquema.)

Analizando la constitución de cada capa de la zona medular se encuentra: en la más interna, tubos de Bellini y tubos delgados del ansa de Henle; en la capa inmediata, tubos de Bellini y ramas delgadas y gruesas del ansa; en la franja todavía más externa, de nuevo tubos de Bellini, ramas gruesas de Henle y

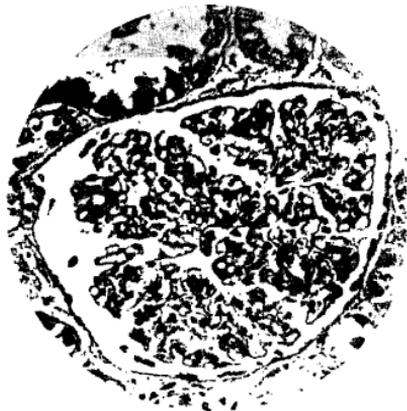
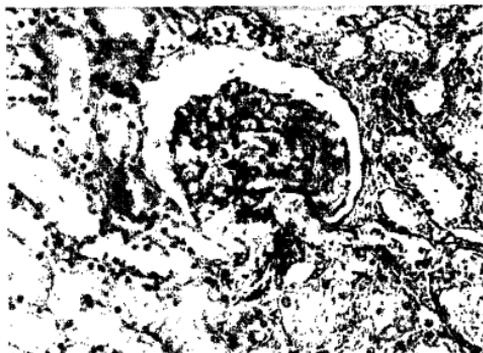


Figura 19. — Glomérulo de riñón humano normal. Se ha inyectado con fijador por la arteria renal, ligada después. La luz de las ansas aparece distendida y carente de glóbulos rojos a causa del lavado. Obsérvese el aspecto foliáceo de los distintos sectores. Normal cantidad de núcleos.

Figura 20. Glomérulo humano a mayor aumento. Un corte feliz ha tomado los vasos aferente y eferente en buena parte de su longitud. Tanto estos vasos como las ansas capilares están llenas de glóbulos rojos. Nótese de paso, cómo los dos vasos abordan al glomérulo por el mismo sitio formándole un pedículo vascular. No es, sin embargo, un glomérulo sano.



túbuli contorti (porción rectilínea de este canalículo, en el comienzo del ansa).

En cuanto a la clásica zona cortical, los corpúsculos de Malpighi y los tubos contorneados proximal y distal son los responsables de la diferenciación. Los tubos de Bellini están representados por las pirámides de Ferrein.

El sistema vascular intervendría poco en esta distinción en capas porque en el sentido transversal en que ella se cumple no hay gran heterogeneidad circulatoria, salvo a nivel de la zona limitante, en la base de las pirámides de Malpighi en donde asientan las arterias arciformes y las venas suprapiramidales.

Es notorio que, en cambio, en la zona medular, la conocida estriación en bandas claras y oscuras de la superficie del corte, responde a la alternancia de haces de tubos de Bellini (y ansas acompañantes) con paquetes vasculares, formados principalmente por venas.

En lo que atañe a la zona cortical, es útil recordar que, sobre todo con iluminación **oblicua**, es fácil reconocer a simple vista los corpúsculos de Malpighi, que están al límite de la visibilidad. Con ayuda de una pequeña lupa se obtienen datos de interés particularmente respecto del estado exangüe o hiperhémico de los glomérulos peculiar a ciertos estados patológicos.

Respecto a las medidas correspondientes a los distintos segmentos del nefrón cabe recordar que el corpúsculo de Malpighi tiene un diámetro medio de unas 200 micras. El **túbulo** contorti una longitud de unos 15 mm., variando el diámetro de su luz, según el estado funcional, hasta alcanzar de 15 a 25 micras. Su superficie interior desplegada, en el conjunto de todos los nefrones, abarca un área de cerca de un metro cuadrado. El ansa de **Henle** tiene una longitud promedial de unos 15 mm. el tubo contorneado **distal** mide solamente unos 5 mm. de largo.

El nefrón, en su totalidad, alcanza, extendido, entre una y media y dos pulgadas de longitud; de modo que el conjunto de todos ellos totalizan una extensión lineal de unos 72 kilómetros!

La superficie tubular total es aproximadamente de unos seis metros cuadrados.

Respecto del corpúsculo de Malpighi debe puntualizarse que la superficie real del pelotón vascular es mucho más considerable que la que corresponde a la esfera configurada por la hoja parietal de la cápsula de Bowman.

Las ansas capilares del glomérulo, en efecto, si bien se apelo-tonan en una masa esferoidal, quedan, sin embargo, separadas entre sí por superficies tapizadas por la hoja visceral de la **cápsula**, de un modo análogo a como la pleura o el peritoneo se reflejan sobre las cisuras, repliegues y contornos esplácnicos, multiplicando la superficie de la hoja visceral correspondiente.

En las antedichas evaluaciones se ha admitido que el número absoluto de unidades funcionales alcanza a un millón.

En realidad no todos los investigadores concuerdan en la apreciación de la cifra de nefrones. Schweigger-Seidel (6), lo eleva a dos millones; Sappey (7), en cambio, considera que sólo alcanza a 500 mil. Pero la evaluación de Vintrup (8), en un millón de nefrones parece ser la más seguramente establecida.

Este autor efectuó tres recuentos **totales** de los glomérulos en el riñón de la rata, el gato y el hombre.

Da, para cada glomérulo, una superficie de filtración de **0,78 mm²** y para la totalidad de los corpúsculos, en los dos riñones, la de un metro y medio cuadrados.

Estas precisiones no tienen el mero alcance de un escrupuloso detalle. Es evidente que por debajo de cierto número de unidades funcionales, el simple cálculo de la superficie activa que tuviera



Figura 21. — Dos campos de corteza de riñón humano. (Enfoque a mayor aumento.) En el superior se ve cómo de una arteriola interlobular cortada de través emergen dos vasos aferentes: uno para cada uno de los glomérulos totalmente visibles. En el campo inferior se ve asimismo una arteriola llena de glóbulos de la que emerge un vaso aferente que después de un trayecto curvilíneo cóncavo hacia arriba se ceba en el glomérulo correspondiente.

que corresponderle, podría ser suficiente, por ejemplo, para descartar la posibilidad de una ultrafiltración en el glomérulo, como fuente preponderante de orina provisional. En la consideración de la parte puramente física que pudiera intervenir en la formación de la orina, la evaluación de las superficies tiene un considerable papel.

Podemos adelantar que, precisamente, en el número de Vintrop, el cálculo permite admitir, por lo menos como posible, la hipótesis de una orina provisional obtenida totalmente por ultrafiltración a nivel del corpúsculo de Malpighi.

Es este el momento de precisar lo relativo a la circulación renal, comenzando, justamente, por lo que ocurre a nivel del glomérulo.

Es notorio que éste es servido por una arteriola aferente que se resuelve bruscamente en capilares.

Estos últimos, en vez de dar lugar a la formación de un vaso venoso de mayor sección, como es lo habitual, se vierten en cambio en un vaso arterial cuya sección equivale a la mitad y mismo a un tercio del vaso primario.

Es la red capilar admirable de los anatomistas, que se extiende entre dos vasos de la misma índole.

Conviene puntualizar que la capa muscular de la arteriola aferente, bien desarrollada y activa, desempeña un ostensible papel de regularización, respecto de la masa, tensión y velocidad de la sangre que atraviesa el glomérulo. La capa muscular del vaso eferente, menos importante pero también activa, contribuye por su parte a la misma regularización.

Puede decirse, por consiguiente, que hay un sistema de esclusa tanto a la entrada como a la salida del glomérulo vascular. Esto da pábulo a múltiples posibilidades circulatorias que, efectivamente, se cumplen en la realidad.

Es muy importante conocer cómo se hace la unión, a través de las ansas capilares, entre las dos arteriolas del glomérulo.

La arteria aferente se resuelve en dos o tres ramúsculos que sirven de pedículo a otros tantos territorios constituídos por ansas capilares.

Estas últimas confluyen en unos pocos troncos que ulteriormente se funden para dar origen al vaso eferente.

Lo verdaderamente importante de semejante disposición consiste en que se trata, no, de una comunicación en serie, sino de un enlace en derivación; lo que significa que algunas y mismo, muchas, ansas pueden quedar excluidas del circuito, sin que por eso cese del todo la circulación glomerular.

El vaso eferente se resuelve en seguida (es más un esfínter arterial que una verdadera arteriola) en capilares que se disponen en forma de una rica red de mallas alargadas, alrededor de todo el canalículo urinario. Es más profusa a nivel de los tubos conorneados proximal y distal.

Los capilares venosos y las vénulas en que sucesivamente se continúan los capilares arteriales del vaso eferente, no merecen especial puntualización porque su disposición no tiene trascendencia fisiológica mayor.

Una meditación, aun superficial, respecto del plan circulatorio del canalículo urinario impone como seguros los siguientes hechos : 1º) la dependencia de la circulación tubular de la de los glomérulos implica un material de trabajo distinto en uno y otro segmento del tubo urinario: el corpúsculo dispone de sangre arterial inmodificada; el túbulo, de sangre parcialmente utilizada, y, con toda seguridad, empobrecida en agua, iones y oxígeno. Este último, sin duda, en menor grado, por razones funcionales que especificaremos en la parte fisiológica y por el hecho anatómico de

ser muy reducida la masa viva, respirante, de los corpúsculos, tanto absolutamente como en relación con el volumen y velocidad de su circulación.

La concentración en coloides es mayor a causa de la ultrafiltración llevada a cabo en el glomérulo.

2º) La resolución brusca en capilares, de una arteria tan gruesa como la renal implica una tensión relativamente muy alta

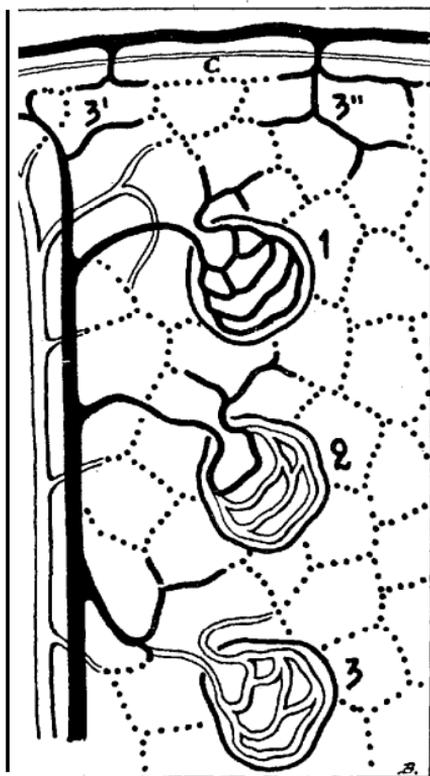


Figura 22. — Esquema de la circulación arterial del riñón. La arteria y venas interlobulares (verticalmente). Una arteria capsular, arriba (en horizontal). Con excepción de la vena, las vías expeditas, en negro las vías bloqueadas, en blanco. Se muestra cómo la circulación para alcanzar la red capilar peritubular (punteado negro) puede seguir varias vías: A) a través de todas las ansas glomerulares (1); B) a través de una sola o de pocas ansas (2); y C) sin pasar por el glomérulo, sea desde la aferente (3) sea directamente de la interlobular (3'), sea de la capsular (3''). Las vías más importantes son, con mucho, la 1 y la 2. (Imitado de Dehoff.)

en los del pelotón vascular. El hecho de que confluyan posteriormente en una arteriola que se resuelve a su vez en capilares que corresponden a los de la circulación general, es decisivo para demostrar que en la primera capilarización la tensión tiene que ser francamente superior a la de los capilares comunes, cuya presión hidrostática es de un orden bastante uniforme en toda la economía.

3º) La servidumbre circulatoria del tubo urinario con respecto al corpúsculo de Malpighi permite deducir que toda alteración glomerular suficientemente difundida debe acarrear un;

penuria circulatoria muy seria en el resto del sistema vascular del canalículo.

Sin embargo, algunos hechos patológicos sugieren corrección en el sentido de que tal vez no sea tan estricta la dependencia de la circulación tubular respecto de la del glomérulo.

Hay casos en que no obstante el estado exangüe de las ansas del pelotón vascular, no solamente hay ausencia de necrosis en la corteza, sino que los túbuli acusan un grado notable de actividad funcional.

Por lo demás, anatómicamente, aparte de la vía de Köllicker que establece un enlace entre los vasos capsulares y los de la corticalidad renal, ha sido descrito, desde hace mucho tiempo, un tipo de circulación en la que los glomérulos quedan excluidos.

Se opera, por intermedio del llamado vaso de Ludwig que, partiendo de la aferente glomerular o de la interlobular que le da origen, se resuelve en la red capilar de los tubos uriníferos.

Sería de interés precisar con ayuda de los más modernos métodos el grado de importancia, anatómica y funcional, de las vías que eluden al glomérulo.

En lo que atañe a la circulación vicariante por intermedio del vaso de Köllicker, es seguro que no debe asignársele una trascendencia mayor. La experiencia sobre decapsulación, precisamente en casos de isquemia glomerular, ha puesto en evidencia la poca eficacia de ese tipo complementario de circulación. La decapsulación, lejos de perjudicar, sería en esos casos, a menudo, beneficiosa.

En resumen, la sangre llega a los túbuli siguiendo tres vías de desigual importancia : 1^º) la fundamental, a través de las ansas del pelotón glomerular ; 2^º) eludiendo el glomérulo, a través del llamado vaso de Ludwig, y 3^º) eludiendo o no el glomérulo, por intermedio de la comunicación cápsulo cortical de Köllicker.

Me parece importante puntualizar que, aún dentro de la primera y más importante vía, el flujo puede hacerse sea tan sólo por intermedio de algunas, sea a través de la totalidad de las ansas.

Es probable que haya diferencias individuales de consideración en lo que atañe a la importancia relativa de las circulaciones complementarias. Quizá puedan explicarse así ciertas divergencias de comportamiento circulatorio entre casos aparentemente superponibles por todo lo demás.

Para finalizar recordaré un hecho importante pero que atañe más a la irrigación en conjunto que a la circulación tubular: las arterias renales son del tipo llamado terminal. Los infartos grandes o pequeños, de comprobación frecuente a nivel del riñón son el mejor exponente de ese tipo circulatorio particular.

Si consideramos ahora el tubo urinífero en una visión de conjunto que abarque toda la filogenia, no puede menos que sorprender la notable constancia de sus diversos segmentos morfológicos.

El tubo proximal, de altas células con doble estriación basal y apical; el segmento delgado, con epitelio pavimentoso de células claras; la porción subsiguiente con epitelio cúbico, es decir, de nuevo alto aunque de estriación exclusivamente basal, se presentan de un modo absolutamente constante.

En cuanto a la cápsula de Bowman, con su doble hoja visceral y parietal de epitelio muy aplanado, se esboza ya claramente en la cámara pro y mesonefrótica y adquiere su típico carácter en el glomérulo del metanefros.

Respecto de las relaciones íntimas entre la cámara y el pelotón vascular, cabe recordar que comienzan ya en el mesonefros y toman su forma definitiva cuando el metanefros sustituye al cuerpo de Wolf.

La sola excepción que puede mencionarse la constituyen los riñones aglomerulados de ciertos peces, a que tanta trascendencia se viene dando en el problema aclaratorio de las funciones inherentes a cada segmento del tubo renal.

Es imposible no ver en esta constancia de configuración morfológica la base anatómica de una diferenciación funcional.

Por eso siempre se ha enfocado el problema de la fisiología renal teniendo en cuenta las sugerencias implícitas en los datos anátomo-histológicos.

Así, en el corpúsculo de Malpighi, ha obsesionado siempre una configuración de filtro; en la rama fina del ansa de Henle se vió siempre la base anatómica de un tránsito predominantemente pasivo de fluidos y, en fin, en los epitelios altos del canalículo, particularmente en los del túbulo contorti, sobre todo una actividad glandular.

En el capítulo siguiente veremos cuánta verdad habían adelantado esas simples inducciones anatómicas.