

OBSERVACIONES MORFOFUNCIONALES EN EL RIÑÓN DEL LOBO MARINO DE UN PELO *OTARIA FLAVESCENS*

L. LAURIA DE CIDRE & M. KLEIN

Lauria de Cidre, L. & Klein, M., 1993-1994. Observaciones morfofuncionales en el riñón del lobo marino de un pelo *Otaria flavescens*. *Misc. Zool.*, 17: 213-223.

Morphofunctional observations on the kidney of the South American Sea Lion Otaria flavescens.—The functional morphology of the kidney of *Otaria flavescens* is studied using resin urethral injection, corrosion casts and histological methods. The kidney is reniculated. There is no renal pelvis but a renal hilus in the ventral face where the renal artery enters and the venous system and ureter emerge. The ureter gives rise to cephalic and caudal branches which in turn branch off reaching each renicular calix. Renicular number was found to be 345 ± 50 being 9% of them double ones. Medullary to cortical thickness ratio (5.8 and 4.7 for pups and adults, respectively) and the renicular relative medullary thickness (6.8 ± 2.2) show that the kidney of the sea lion shares common morphological features with other marine mammals and desert rodents.

Key words: Pinnipedia, Otariidae, Kidney, Reniculi.

(Rebut: 4 IV 90; Aceptació condicional: 25 VII 90; Acc. definitiva: 13 V 90)

L. Lauria de Cidre & M. Klein, Lab. de Histología Animal, Depto. de Ciencias Biológicas, Fac. de Ciencias Exactas y Naturales, Univ. de Buenos Aires, Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires, Argentina (Argentine).

INTRODUCCIÓN

El patrón morfofisiológico renal se manifiesta de igual manera en todos los grupos de mamíferos. Existen sin embargo, modificaciones arquitectónicas que sin duda representan ventajas adaptativas. Los mamíferos marinos desarrollaron un riñón de tipo reniculado, como lo definen SPERBER (1944), CAVE & AUMONIER (1962), ARVY & HIDDEN (1974), por estar formado por unidades relativamente independientes denominadas renículos.

En los cetáceos SPERBER (1944), CAVE & AUMONIER (1967), BLESSING (1969),

estudiando numerosas especies desde un enfoque anatómico y funcional, suponen que la reniculación permite albergar un mayor número de nefronas en un volumen renal menor, además de facilitar el funcionamiento independiente de cada renículo, especialmente durante el buceo. ABDELBAKI et al. (1984) estudian el riñón de *Balaena mysticetus* con un enfoque anatómico, mientras que ARVY & PILLERI (1973) y HEDGES et al. (1978) utilizan un enfoque morfométrico y funcional para estudiar del-fines de agua dulce y marinos y marsopas respectivamente. Menor es el número de trabajos realizados en pinnípedos donde

cabe citar los de ARVY & HIDDEN (1973a, 1973b), BESTER (1975), DRAGERT et al. (1975) y VARDY & BRYDEN (1981) que aportan datos valiosos de *Otaria flavescens*.

Los renículos son semejantes a los riñones unilobulados presentes en roedores (LAURIA DE CIDRE, 1974) y, al igual que estos últimos, constan de una corteza, constituida principalmente por corpúsculos renales y túbulos contorneados proximales y distales de la nefrona, y una zona medular con forma de pirámide en la que se localizan las asas de Henle y los túbulos colectores, cuyo vértice constituye la papila medular. Se ha observado (O'DELL & SCHMIDT-NIELSEN, 1960) que la longitud de la papila medular en roedores de hábitats áridos (*Dipodomys m. exilis*, *Psammomys obesus*, *Jaculus jaculus*) es mayor que en los de hábitats húmedos, característica que lleva a la optimización en la concentración de la orina. Debería esperarse que algo semejante ocurriera en los renículos, dado que los mamíferos marinos no ingieren agua dulce. Además en este grupo de animales, el flujo sanguíneo aferente a varios órganos, entre ellos el riñón, disminuye durante los buceos (KOOYMAN, 1985), lo que contribuye a que el estudio morfológico de este órgano sea muy interesante para elaborar implicaciones funcionales.

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó con diez riñones de lobo marino de un pelo, *Otaria flavescens*, cuatro de ejemplares adultos, dos de juveniles y cuatro de crías.

Los riñones fueron suministrados por el Centro Nacional Patagónico, y provenían de animales encontrados muertos en Punta Norte, Península Valdez, Provincia de Chubut, República Argentina. Para su estudio fueron fijados en formol al 10%.

Estudio anatómico

I. Se determinó en cada riñón, la longitud, anchura y espesor, así como el volumen renal (VR) por desplazamiento de agua a 25°C.

II. Se estudió la ramificación del uréter mediante dos técnicas:

a) Obtención de moldes por inyección de resina (técnica modificada de CORTELL, 1969): se inyectó un riñón de ejemplar adulto por vía ureteral con 20 cm³ de una solución compuesta por 30 ml de resina poliéster 110, NOBILE S. A. (Buenos Aires, Argentina), 5 ml de disolvente y 1 ml de catalizador, mezclado con pigmento negro para pinturas Perlynac S. A., ejerciendo una leve presión manual. Se dejó la pieza a temperatura ambiente durante 24 horas para asegurar la polimerización de la resina. Posteriormente el riñón fue sumergido en ácido nítrico al 50% para eliminar la materia orgánica.

b) Estudio mediante rayos X: dos riñones de lobo marino fijados y conservados en formol al 10% fueron inyectados por vía ureteral con sustancias radio-opacas (Telebrix 38 y Bario-dif polvo citratado, ambos productos de Laboratorios Temis-Lostaló, Buenos Aires, Argentina). Las placas radiográficas se realizaron utilizando un aparato de rayos X marca Siemens, modelo Ergophas 4, 500mA, 125 KVP, y la técnica aplicada fue de 10m/seg, 50 KV (ARVY & HIDDEN, 1974).

III. Determinación del número de renículos:

a) El recuento del número de renículos presentes en nueve riñones fijados en formol se determinó mediante la técnica modificada, utilizada por KAMIYA (1958). Conociendo el volumen total del riñón, se cuenta el número de renículos presentes en tres volúmenes parciales conocidos, seccionándolos en forma seriada en láminas de 2,5 mm de espesor y efectuando en cada una de ellas el seguimiento individual de los renículos. Para la

estimación del número renicular total, se utilizó la fórmula $Nrt = VR(nrpi/Vpi)/N$ (Nrt : número total de renículos; VR : volumen total del riñón; Vpi : volumen parcial i del riñón; N : número de volúmenes parciales donde se realiza el recuento; $nrpi$: número de renículos presentes en el volumen parcial i).

b) Inyectando resina poliéster por vía ureteral, se contabilizó el número de cálices totales presentes en ese riñón que coinciden con el número de renículos (VARDY & BRYDEN, 1981; HEDGES et al., 1978).

Estudio histológico

Distintos fragmentos renales fijados en formol fueron incluidos en parafina. Se obtuvieron cortes de 5 a 7 μm de espesor y se efectuaron las siguientes técnicas: hematoxilina-eosina, tricómico de Masson, Cajal Gallego, Rubens Duval y PAS.

Estudio morfométrico

Se determinó para cada riñón el tamaño renal según la ecuación: $TR = (l a e)^{1/3}$ (l : longitud; a : ancho; e : espesor del riñón entero; SPERBER, 1944). Se individualizaron veinte renículos por riñón, seccionados por un plano que pasara por su eje longitudinal. Se consideró eje longitudinal del renículo aquél que pasara por el ápice de la papila renicular y por la porción más angosta de la corteza (BESTER, 1975). Mediante el uso de un microscopio estereoscópico, se midió el espesor de la médula y de la corteza a lo largo del eje longitudinal (figs. 1, 2) en cada uno de los veinte renículos, obteniendo el valor medio del espesor medular y cortical para cada riñón. A partir de estos datos se calcularon: el índice médulo-cortical (Imc : relación entre el espesor medular promedio y el espesor cortical

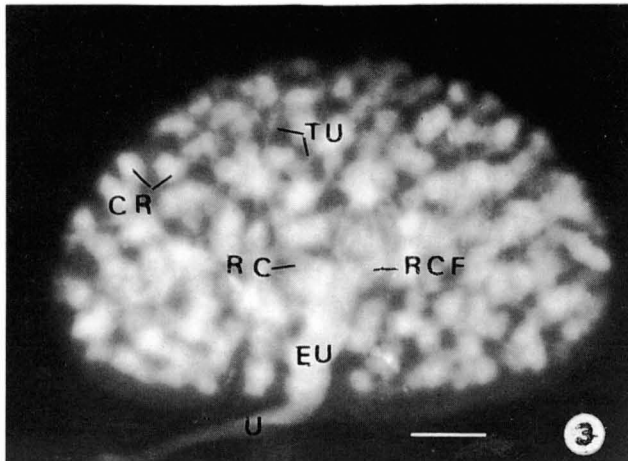
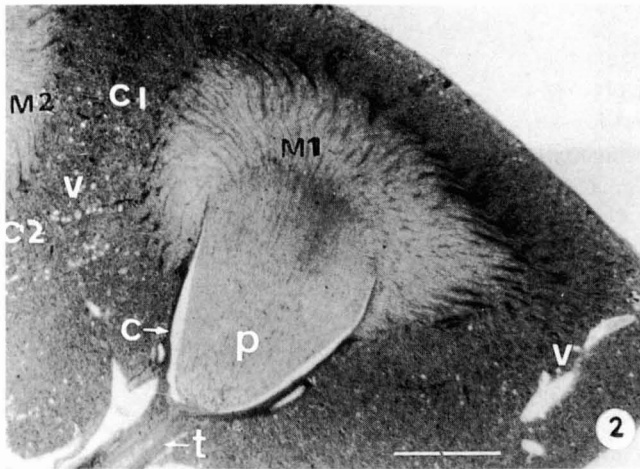
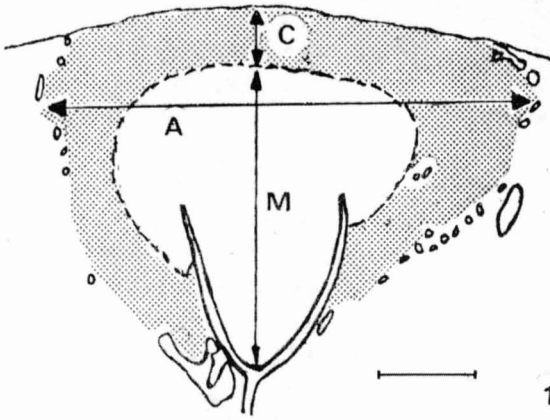
promedio), el espesor medular relativo al tamaño renal (Emr : espesor medular $\times 10/TR$), el espesor medular relativo al tamaño renicular ($Emren$: espesor medular $\times 10/TRen$), el espesor medular absoluto (Ema : espesor medular $\times 100$ /longitud renicular) y el espesor cortical absoluto (Eca : espesor cortical $\times 100$ /longitud renicular). El tamaño renicular ($Tren$), fue obtenido como la raíz cúbica del producto de la longitud renicular (suma del espesor cortical y medular) por el cuadrado del ancho renicular. Este último se midió perpendicular al eje longitudinal del renículo, a la altura de la unión córtico-medular, en cada uno de los veinte renículos por riñón, hallando su valor medio.

Análisis estadístico

Se efectuaron las evaluaciones aplicando el test-t de Student con la corrección de Bonferroni para comparaciones múltiples. Las diferencias se consideran significativas para $p < 0,05$.

RESULTADOS

El riñón reniculado de *Otaria flavescens* presenta un hilio (fig. 3) en posición ventro medial por donde penetran la arteria renal y filetes nerviosos y emergen el uréter y la vena renal. Está revestido por la cápsula renal (fig. 4), formada por tejido conectivo denso con abundantes fibras colágenas, dispuestas en haces paralelos a la superficie renal. Externamente se observa una capa de tejido conectivo laxo con abundantes fibras elásticas evidenciadas con la orceína nítrica de la técnica de Rubens Duval, vasos sanguíneos correspondientes al sistema perirrenal y lobulillos de grasa localizados preferentemente en los surcos superficiales determinados por los



Figs. 1-3. 1. Corte sagital de un reniculo: \square Sustancia cortical; A. Ancho renicular; C. Espesor cortical; M. Espesor medular. (Escala: 2mm). 2. Corte sagital de un reniculo periférico: C. Cáliz renicular; C1 y C2. Corteza de dos reniculos adyacentes; M1 y M2. Médula de dos reniculos adyacentes; P. Papila renicular; T. Tributario ureteral; V. Vasos sanguíneos interreniculares. (Escala: 2mm). 3. Imagen por rayos X de un riñón perfundido por vía ureteral: CR. Cáliz renal; EU. Ensanchamiento ureteral; RC. Rama ureteral caudal; RCF. Rama ureteral cefálica; TU. Tributario ureteral; U. Uréter. (Escala: 2 cm).

1. Sagittal section of a reniculus: \square Cortical tissue; A. Renicular width; C. Cortical thickness; M. Medullary thickness. (Scale: 2 mm). 2. Sagittal section of a peripheral reniculus: C. Renicular calyx; C1 and C2. Cortex of two adjacent reniculi; M1 and M2 Medulla of two adjacent reniculi; P. Renicular papilla; T. Ureteral ductule; V. Interrenicular blood vessels. (Scale: 2 mm). 3. X rays of a kidneys perfused by the ureter: CR. Renal calyx; EU. Ureteral widening; RC. Uretral caudal branch; RCF. Uretral cephalic branch; TU. Ureteral ductule; U. Ureter. (Scale: 2 cm).

renículos. Su transparencia permite observar la superficie renal formada por unidades poligonales, que corresponden a las bases de los renículos más externos. Seccionando el riñón, pueden observarse renículos internos, que no alcanzan la superficie renal y que se ordenan en distintas direcciones, drenando en túbulos ureterales menores.

Los estudios realizados con resina poliéster o con rayos X (fig. 3) para determinar la ramificación del uréter permitieron observar la fusión de los tributarios ureterales menores para originar túbulos ureterales mayores, que finalmente dan origen a dos ramas ureterales principales. Una de estas ramas drena la mitad craneal del riñón, formando la rama anterior o cefálica, y la otra, posterior o caudal, drena la mitad opuesta, uniéndose finalmente para originar el uréter que abandona el riñón por el hilio (fig. 5). Si bien en su porción intrarrenal el uréter presenta un ensanchamiento, no queda conformada una pelvis ni un seno renal. El uréter presenta la luz revestida por un epitelio de transición formado por tres a cinco capas de células y asentado en una membrana basal PAS positiva (fig. 6). Las células basales poseen núcleos esféricos pequeños y con cromatina condensada, mientras que las células más superficiales presentan núcleos de mayor tamaño y con cromatina laxa.

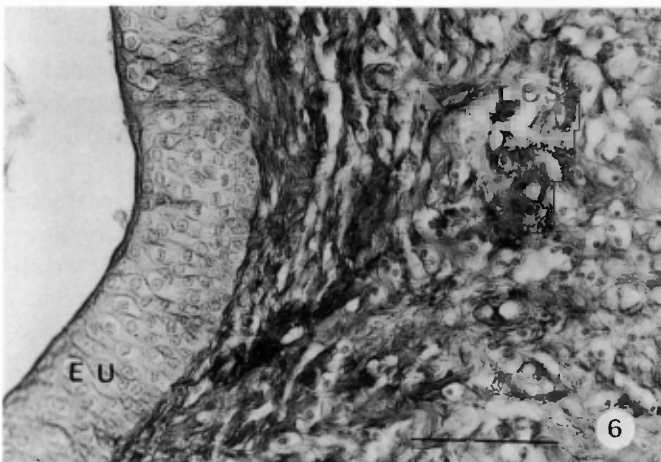
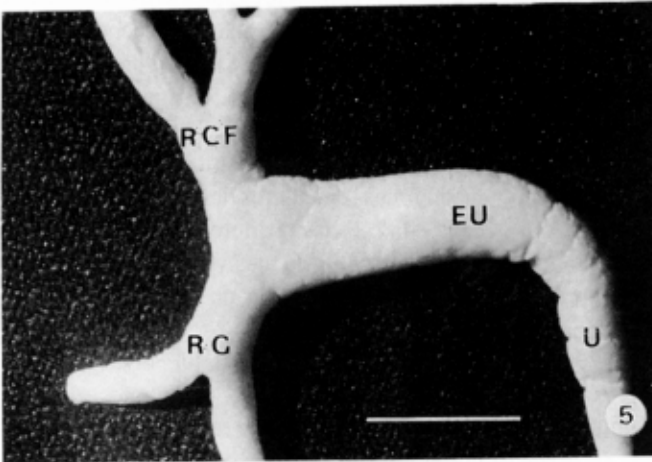
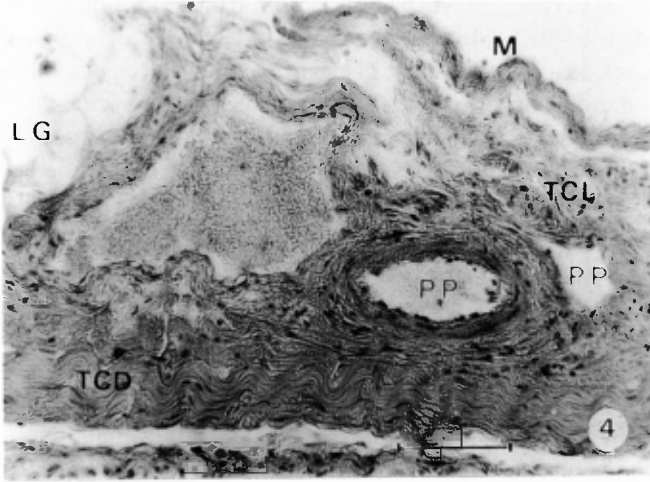
En el tejido conectivo subyacente, densamente irrigado, el azul de anilina de la técnica de Masson resalta la presencia de abundantes fibras colágenas, así como la técnica de Cajal Gallego, permite distinguir la presencia de escasas fibras musculares lisas entre las fibras colágenas. Los renículos, de forma piramidal, con base generalmente hexagonal, están limitados por los vasos sanguíneos interreniculares y el escaso tejido conectivo que proviene de la cápsula renal (fig. 2). Realizando un corte sagital del renículo se observa la médula que se proyecta en la papila, rodeada en sus dos primeros tercios por la corteza renicular (fig. 1).

Si bien ciertos renículos son simples, es decir presentan una pirámide medular única, que drena el cáliz y se continúa con el tributario ureteral, es frecuente la observación de la fusión parcial de dos renículos desembocando en el mismo cáliz ureteral (fig. 7). La fusión es parcial dado que las médulas internas se mantienen independientes, fusionándose a nivel del ápice de la papila constituyendo un área cribosa única, de mayor superficie. La corteza permanece indivisa, coronando totalmente la porción medular. El número de renículos promedio contabilizado por el método de Kamiya modificado es de 345 ± 50 , encontrándose dentro de este valor un 9% de renículos dobles. Los cálices ureterales son cónicos, con una luz de 5,5 mm de diámetro cuando drenan renículos simples (fig. 8), y oblongados, con una luz máxima de 8,5 x 5,0 mm, cuando drenan renículos fusionados (figs. 8, 9).

En la tabla 1 se muestran las medias de las mediciones reniculares del total de riñones de cada edad. Existen diferencias significativas entre diferentes edades para todas las medidas con la excepción de Imc (crías versus juveniles).

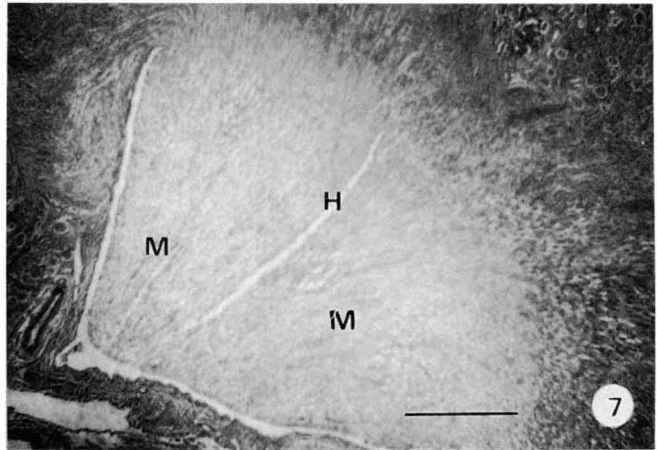
Con el objeto de establecer la relación existente entre el peso de los riñones, el tamaño renal y el número de renículos, se determinaron los valores correspondientes para cada riñón (tabla 2). Las mediciones efectuadas muestran la existencia de un aumento del tamaño y peso renal en función de la edad del animal. Sin embargo, no existen diferencias significativas en el número de renículos en animales de distintas edades.

Para el estudio de la eficiencia renal sobre parámetros morfológicos, es necesario determinar los índices de espesor medular y cortical, absolutos y relativos al tamaño renal y renicular. Los valores obtenidos para la especie en estudio se presentan en las tablas 1 y 3. Las medias por edad son significativamente diferentes entre sí (ANOVA $p < 0,05$) excepto



Figs. 4-6. 4. Cápsula renal: LB. Lobulillos de grasa; M. Mesotelio; PP. Plexo perirrenal; TCD. Tejido conectivo denso; TCL. Tejido conectivo laxo. (Escala: 100 μ m). 5. Molde en resina del uréter: EU. Ensanchamiento ureteral; RC. Rama caudal ureteral; RCF. Rama cáflica ureteral; U. Uréter. (Escala: 2 cm). 6. Corte transversal del uréter: EU. Epitelio ureteral de transición; TCS. Tejido conectivo. (Escala: 100 μ m).

4. *Renal capsule:* LB. Adipose lobules; M. Mesothelium; PP. Perirrenal plexus; TCD. Dense connective tissue; TCL. Loose connective tissue. (Scale: 100 μ m). 5. Polyester resin corrosion cast of ureter: EU. Ureteral widening; RC. Ureteral caudal branch; RCF. Ureteral cephalic branch. (Scale: 2 cm). 6. Transverse section of the ureter: EU. Transition ureteral epithelium; TCS. Connective tissue. (Scale: 100 μ m).



Figs. 7-9. 7. Renículo doble: H. Hendidura entre las dos médulas internas; MI. Médula interna. (Escala: 1 mm). 8. Molde obtenido con la técnica de la resina poliéster de cálices ureterales: C. Cáliz; CD. Cáliz doble; TU. Tributario ureteral. (Escala: 2 mm). 9. Molde obtenido con la técnica de la resina poliéster del cáliz ureteral doble: R. Repliegue de la pared del cáliz separando las médulas externas de los renículos fusionados.

7. *Double reniculus*: H. Groove between inner medullas; MI. Inner medulla. (Scale: 1 mm). 8. Polyester resin corrosion cast of the ureteral calyces: C. Calyx; CD. Double calyx; TU. Tributary ureteral ductule. (Scale: 2 mm). 9. Polyester resin corrosion cast of double ureteral calyces: R. Calyx fold separating medullae of the fused reniculi.

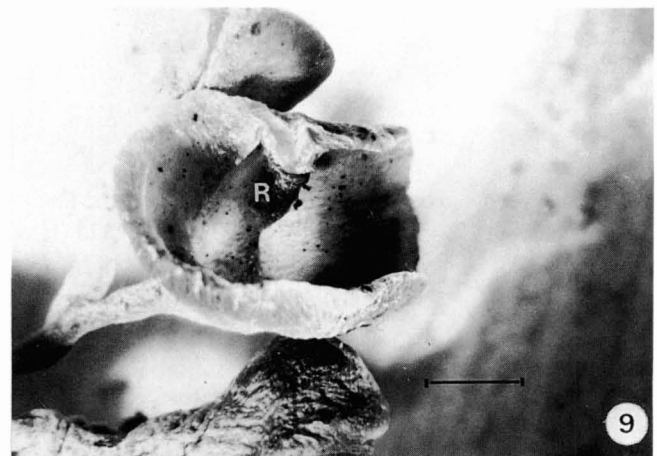


Tabla 1. Medidas reniculares: EC. Espesor cortical (mm); EM. Espesor medular (mm); Imc. Índice medulocortical; Eca. Espesor cortical absoluto (%); Ema. Espesor medular absoluto (%).

Renicular measurements: EC. Cortical thickness (mm); EM. Medullary thickness (mm); Imc. Medullocortical ratio; Eca. Cortical absolute thickness (%); Ema. Medullary absolute thickness (%).

Medidas reniculares					
Edad (años)	EC $\bar{X} \pm d.e.$	EM $\bar{X} \pm d.e.$	Imc M/C $\pm d.e.$	Eca % $\pm d.e.$	Ema % $\pm d.e.$
Crías (0-2)	0,97 \pm 0,17	5,53 \pm 0,78	5,81 \pm 0,86	14,88 \pm 1,57	85,12 \pm 1,57
Juveniles (2-5)	1,16 \pm 0,25	6,07 \pm 0,40	5,44 \pm 0,94	15,88 \pm 2,37	84,12 \pm 2,37
Adultos (\geq 7)	1,73 \pm 0,38	8,09 \pm 1,40	4,75 \pm 0,52	17,52 \pm 1,48	82,48 \pm 1,48

Tabla 2. Mediciones efectuadas en cada riñón. (* Número de renículos determinado mediante el recuento de los cálices reniculares en un molde de resina).

Measurements of each kidney. (Number of reniculi determined by counting renicullary calyces in a resin die).*

Edad (años)	Riñón	Tamaño renal (mm)	Peso renal (g)	Nº renículos
Crías (0-2)	1	48,0	65,0	318
	2	48,0	76,0	309
	3	48,5	77,5	359
	4	56,0	84,0	429
Juveniles (2-5)	5	58,0	128,0	286
	6	59,0	133,0	419
Adultos (\geq 7)	7	—	326,0	307
	8	—	350,0	—
	9	106,0	810,0	360
	10	95,0	740,0	324(*)
$\bar{X} \pm d.e.$				345 \pm 50

Emr (crías versus juveniles) y Emren (juveniles versus adultos).

DISCUSIÓN

Otaria flavescens, como todos los mamíferos marinos, presenta un riñón de tipo reniculado

que ha sido también denominado multilobulado (HARRISON & TOMLINSON, 1956), o con "lobi" (VAN DER SPOEL, 1963). El nombre de "reniculado" es más acertado ya que éste sería un caso de lobulación extrema, con una ramificación dicotómica del uréter que no se presenta de la misma manera en los riñones convencionalmente llamados "lobulados".

El riñón estudiado posee un hilio en sentido estricto, carácter compartido con *Arctocephalus pusillus* (Bester, 1975), y no así con los fócidos descritos por VARDY & BRYDEN (1981), si bien, al igual que todos ellos, carece de seno renal. Este riñón no presenta pelvis renal a pesar del ensanchamiento del uréter que se observa desde el origen de las ramas ureterales, cefálica y caudal, hasta el punto de su emergencia desde el estroma renal, dado que esta zona de ensanchamiento no posee las características morfológicas de la pelvis renal de los riñones lobulados. Las dos ramificaciones primeras del uréter (cefálica y caudal) también son descritas para el lobo fino *A. pusillus* (Bester, 1975), y para el elefante marino *Mirounga leonina*, o la foca de Weddel *Leptonychotes weddelli*, la foca cangrejera *Lobodon carcinophagus* (Vardy, 1981) y la foca de Groenlandia *Pagophilus groenlandicus* (Dragert, 1975). En *Arctocephalus gazella*, el uréter resulta de la unión de seis ramas principales y en *Zalophus californianus*, de la misma familia, de la unión de tres (ARVY & HIDDEN, 1973a). Por lo tanto, el patrón de ramificación del uréter no puede considerarse como una característica taxonómica para distinguir otáridos de fócidos. A diferencia de las especies estudiadas pertenecientes al orden Cetacea (HEDGES et al., 1978; ABDELBAKI et al., 1984), donde el tejido conectivo interrenicular rodea totalmente a cada renículo formando unidades independientes, en *Otaria flavescens* los renículos están separados solamente por los vasos sanguíneos interreniculares y el escaso tejido conectivo de la cápsula externa, presentando de esta manera escasa individualización renicular. Si bien el porcentaje de renículos dobles es bajo, la función de éstos sería la de aumentar el área cribosa favoreciendo la excreción y sería interesante investigar si en condiciones de buceo profundo, en que se manifiesta una vasoconstricción

de los riñones, no serían estos renículos los únicos irrigados.

A pesar del escaso número de riñones obtenidos podemos concluir que el aumento del tamaño renal con la edad del animal no obedece a un aumento en el número de renículos sino a un aumento del tamaño renicular (tabla 3). El número de renículos estaría definido desde el nacimiento y se observa que es semejante al obtenido por VARDY & BRYDEN (1981) en *Mirounga leonina*. Es interesante notar que los adultos de esta especie tienen riñones de tamaño similar, siendo también semejante su tamaño corporal. Debería extenderse esta observación a otros ejemplares con el propósito de inferir si el número de renículos guarda relación constante con la talla corporal en adultos. A partir de la tabla 1, puede concluirse que el Eca, inversamente a lo que sucede con el Ema, es significativamente mayor en adultos que en jóvenes, y que en las crías. Esto se explicaría según SPERBER (1944) por el índice mayor de crecimiento medular respecto del cortical en las crías. Al alcanzar el estado adulto, el crecimiento medular disminuye respecto del cortical. En cuanto al Imc, utilizado como medida de la eficiencia de economía del agua, tiene valores para todas las edades que se encuentran dentro del rango de variación de aquellos que pueden calcularse a partir de las mediciones efectuadas por SPERBER (1944, tabla 7) en los roedores presionados por ambientes áridos como *Dipodomys m. exilis* (5,0), *Psammomys obesus* (6,6), *Jaculus jaculus* (5,2) y en mamíferos marinos como *Phoca hispida* (4), *Phoca barbata* (4,4) y *Otaria juvata* (3,6). No podemos llegar a las mismas conclusiones si comparamos el espesor medular relativo al tamaño renal (Emr) en mamíferos marinos y en mamíferos de otros hábitats (tabla 3). SPERBER (1944) señala que roedores de ambientes áridos como *Jaculus jaculus* y *Psammomys obesus*, poseen Emr de 9,3 y

Tabla 3. Medias obtenidas de las mediciones reniculares en cada riñón: Emr. Espesor medular relativo al tamaño renal (mm); Tren. Tamaño renicular (mm); Emren. espesor medular relativo al tamaño renicular (mm).

Means from renicular measurements in all the kidneys of each age: Emr. Medullary thickness related to renal volume (mm); Tren. Renicullary volume (mm); Emren. Medullary thickness related to renicullary volume (mm).

		Medidas reniculares		
Edad (años)	Riñón	Emr $\bar{X} \pm d.e.$	Tren $\bar{X} \pm d.e.$	Emren $\bar{X} \pm d.e.$
Crías (0-2)	1	1,00 ± 0,03	6,82 ± 0,08	7,02 ± 0,11
	2	1,38 ± 0,06	8,24 ± 0,10	8,03 ± 0,26
	3	1,12 ± 0,28	7,17 ± 0,20	7,59 ± 1,86
	4	0,89 ± 0,03	6,65 ± 0,06	7,47 ± 0,16
	$\bar{X} \pm d.e.$	1,11 ± 0,20	7,22 ± 0,63	7,63 ± 0,51
Juveniles (2-5)	5	0,94 ± 0,22	7,62 ± 0,08	7,18 ± 1,63
	6	1,08 ± 0,05	8,42 ± 0,10	7,58 ± 0,27
	$\bar{X} \pm d.e.$	1,04 ± 0,06	8,02 ± 0,41	7,37 ± 0,22
Adultos (> 7)	7	—	7,74 ± 0,11	8,09 ± 0,31
	8	—	11,10 ± 0,24	7,28 ± 0,36
	9	0,75 ± 0,03	11,20 ± 0,11	7,09 ± 0,19
	$\bar{X} \pm d.e.$	0,75 ± 0,03	10,03 ± 1,63	7,31 ± 0,58

10,7 respectivamente; roedores de ambientes húmedos como *Myocastor coypus*, poseen un Emr de 3,5, mientras que mamíferos marinos como *Phoca vitulina*, poseen un Emr de 1,3. BESTER (1975) adjudica un Emr de 1,1 y 1,42 para juveniles y adultos de *Arctocephalus pusillus* respectivamente y el obtenido en el presente trabajo para crías, juveniles y adultos de *Otaria flavescens* es de 1,1, 1,0 y 0,75 respectivamente, valores que lo aproximan a los otros mamíferos marinos y los encuadraría como animales pobres en recursos morfológicos para la concentración de la urea. Sin embargo, refiriendo los valores de espesor medular relativo al tamaño renicular (Emren), por ser éste una unidad anatómica comparable al riñón unipapilar presente en roedores, se

observa que en *Otaria flavescens*, los valores de Emren hallados son semejantes a los hallados por VARDY & BRYDEN (1981) para *Leptonychotes weddelli* (7,5) y *Mirounga leonina* (7,2) y ligeramente inferior al de *Arctocephalus pusillus* (10,5) (BESTER, 1975) y se aproximan al de las especies de hábitat árido anteriormente referidas. Por lo tanto, según los valores obtenidos a partir del índice médulocortical y del espesor medular relativo renicular, puede concluirse que en cuanto a la economía del agua, *Otaria flavescens* posee un riñón morfológicamente eficiente para la formación de orina concentrada. Estudios futuros de glomerulometría podrían ampliar esta observación. Los hallazgos morfológicos del presente trabajo permiten afirmar que la

reniculación es un recurso evolutivo que soluciona el problema existente en mamíferos de gran tamaño y presionados por el medio en cuanto a la economía del agua.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Enrique Crespo del Centro Nacional Patagónico, Puerto Madryn, Chubut, Argentina, por habernos facilitado el material biológico.

REFERENCIAS

- ABDELBAKI, Y. Z., HENK, W. G., HALDIMAN, J. T., ALBERT, T. F., HENRY, R. W. & DUFFIELD, D. W., 1984. Macroanatomy of the reniculus of the Bowhead Whale (*Balaena mysticetus*). *Anat. Rec.*, 208: 481-490.
- ARVY, L. & HIDDEN, G., 1973a. Contribution à l'étude de l'architecture rénale chez les Pinnipédes; Les voies urétérales intrarénales. *C. r. hebdomadaire Séances Acad. Sci. Paris*, 277: 1661-1662.
- 1973b. Les caractéristiques rénales et réniculaires de *Mirounga leonina*. *C. r. hebdomadaire Séances Acad. Sci. Paris*, 277: 2713-2714.
- 1974. Internal moulding using a radioopaque medium. A technique for comparative morphological studies of the renicular calyces in Cetaceans. In: *Investigation on Cetacea*, vol. V: 311-316 (G. Pilleri, Ed.). Inst. Brain Anat., Berne.
- ARVY, L. & PILLERI, G., 1973. Les caractéristiques réniculaires chez quelques Cétacés d'eau douce et marins. *C. r. hebdomadaire Séances Acad. Sci. Paris*, 277: 1491-1494.
- BESTER, M., 1975. The functional morphology of the kidney of the Cape Fur Seal, *Arctocephalus pusillus*. *Madoqua*, series II, 4(74-80): 69-92.
- BLESSING, M. H., 1969. Beitrag zur Physiologie und Anatomie einige im Wasser lebender Mammalier. *Z. Saugetierk.*, 34: 65-75.
- CAVE, A. J. E. & AUMONIER, F. J., 1962. Morphology of the cetacean reniculus. *Nature*, 193: 799-800.
- 1967. The reniculus of *Tursiops truncatus*, *Stenella longirostris* and other Cetaceans. *J. I. R. Microsc. Soc.*, 86: 323-342.
- CORTELL, S., 1969. Silicone rubber for renal tubular injection. *J. Applied Physiol.*, 26: 158-159.
- DRAGERT, J., CORY, S. & RONALD, K., 1975. Anatomical aspects of the kidney of the harp seal *Pagophilus groenlandicus*. *Rapp. P.-v. Reun. Cons. Int. Explor. Mer.*, 169: 133-140.
- HARRISON, R. J. & TOMLINSON, J. D. W., 1956. Observations on the venous system in certain Pinnipedia and Cetacea. *Proc. zool. Soc. Lond.*, 126: 205-233.
- HEDGES, N., GASKIN, D. & SMITH, G., 1978. Renicular morphology and renal vascular system of the harbour porpoise *Phocoena phocoena*. *Can. J. Zool.*, 57: 868-875.
- KAMIYA, T., 1958. How to count the reniculi of the cetacean kidneys, with special regard to the kidney of the right whale. *The Scientific Reports of the Whales Research Institute*, 13: 253-267.
- KOOYMAN, G., 1985. Physiology without restraint in diving mammals. *Marine Mammal Science*, 1(2): 166-178.
- LAURIA DE CIDRE, L., 1974. Estudio histológico del riñón de *Ctenomys talarum*. *Physis*, 33(86): 157-162.
- O'DELL, R. & SCHMIDT-NIELSEN, B., 1960. Concentrating ability and kidney structure. *Fed. Proc.*, 19: 366-382.
- SPERBER, I., 1944. Studies on the mammalian kidney. *Zool. Berd. Uppsala*, 22: 249-431.
- VAN DER SPOEL, S., 1963. The vascular system in the kidneys of the Common porpoise (*Phocaena phocaena*). *Bijdr. Dierk.*, 33: 71-82.
- VARDY, P. H. & BRYDEN, M., 1981. The kidney of *Leptonychotes weddelli* (Pinnipedia: Phocidae) with some other observation on the kidneys of two other southern Phocid Seals. *J. Morphology*, 167: 13-34.