

ARTÍCULO ORIGINAL

**Morfometría de cortes histológicos de los túbulos renales normales en una muestra de humanos adultos**

**Morphometry of histological sections of the normal renal tubules in a sample of adult humans**

Miosotis de Lourdes Fernández Lastra\*, Iraldo Mederos Pérez\*, Yardelys Rego Juhe\*, Sandor Varela Iraola\*, Tamara Carabaloso Recio\*\*

\*Universidad de Ciencias Médicas de Camagüey. \*\*Hospital Provincial "Manuel Ascunce Domenech". Universidad de Ciencias Médicas de Camagüey. Camagüey, Cuba. **Correspondencia a:** Miosotis de Lourdes Fernández Lastra, correo electrónico: adiazc.cmw@infomed.sld.cu.

Recibido: 4 de noviembre de 2016

Aprobado: 6 de enero de 2017

**RESUMEN**

**Fundamento:** los túbulos renales normales se han descrito por morfometría, lo que permite "reconstruir" en tercera dimensión la forma y el tamaño del espécimen estudiado.

**Objetivo:** caracterizar la magnitud de los túbulos renales normales en humanos adultos, a partir del estudio de necropsias realizadas en el Hospital General Docente "Amalia Simoni" de Camagüey.

**Métodos:** se realizó un estudio descriptivo transversal en 17 necropsias de fallecidos por muerte violenta, realizadas en el lugar ya declarado. Se procesaron dos fragmentos de la corteza renal por inclusión en parafina, con cortes de 5 µm y coloración de hematoxilina y eosina. Se capturaron imágenes a 400 X con un microscopio óptico y cámara digital acoplada para obtener la circularidad, diámetro y área de los túbulos renales y sus componentes; altura, fracción de área nuclear y citoplasmática del epitelio, además, la cantidad de núcleos en 255 túbulos renales, 85 distales (TD) y 170 proximales (TP), a través del programa ImageJ.

**Resultados:** el TP presentó mayor magnitud que el TD, con diámetro de 52,69 µm y 37,96 µm, respectivamente, con pared más gruesa con mayor altura epitelial (12,41 µm), grosor o área epitelial (1 174,9 µm<sup>2</sup>) y fracción de área citoplasmática (1 623,1 µm<sup>2</sup>), mientras que en el TD fue mayor la fracción de área nuclear (339,9 µm<sup>2</sup>), la cantidad de núcleos por túbulos con 11 unidades y la luz fue mayor en el TD con diámetro de 27,6 µm y área de 598,3 µm<sup>2</sup>, que representa el 28,65 % de la magnitud tubular.

**Conclusiones:** el TP se caracteriza por ser de mayor magnitud que el TD, excepto en las dimensiones de la luz tubular y la cantidad de núcleos por túbulos visibles al microscopio óptico.

**Palabras clave:** TÚBULO RENAL PROXIMAL Y DISTAL; MORFOMETRÍA; MAGNITUD; DIMENSIÓN.

**Descriptor:** TÚBULOS RENALES DISTALES; TÚBULOS RENALES PROXIMALES.

**ABSTRACT**

**Background:** normal renal tubules have been described by morphometry, which permits to "reconstruct" in third dimension the shape and size of the studied specimen.

**Objective:** to characterize the magnitude of normal renal tubules in adult humans, based on the necropsies performed at "Amalia Simoni" General Teaching Hospital from Camagüey.

**Methods:** a cross-sectional and descriptive study was carried out on 17 necropsies of deceased persons due to violent death, in the place herein mentioned. Two fragments of the renal cortex were processed by inclusion in paraffin, with sections of 5 µm and staining of hematoxylin and eosin. Images were taken at 400 X with an optical microscope connected to a digital camera to obtain the circularity, diameter and area of the renal tubules and their components; height, fraction of the nuclear and cytoplasmic area of the epithelium,

Citar como: Fernández Lastra MdL, Mederos Pérez I, Rego Juhe Y, Varela Iraola S, Carabaloso Recio T. Morfometría de cortes histológicos de los túbulos renales normales en una muestra de humanos adultos. Revista Electrónica Dr. Zoilo E. Marinello Vidaurreta. 2016; 41(12). Disponible en: <http://revzoiломarinello.sld.cu/index.php/zmv/article/view/961>.



and the number of nuclei in 255 renal tubules, 85 distal (DT) and 170 proximal (PT), through the ImageJ program.

**Results:** PT presented a greater magnitude than DT, with a diameter of 52,69  $\mu\text{m}$  and 37,96  $\mu\text{m}$  respectively, with a thicker wall and with a greater epithelial height (12,41  $\mu\text{m}$ ), thickness or epithelial area (1 174,9  $\mu\text{m}^2$ ), and cytoplasmic area fraction (1 623,1  $\mu\text{m}^2$ ), while in the DT the nuclear area fraction (339,9  $\mu\text{m}^2$ ) was larger, the number of nuclei per tubules with 11 units and the light was higher in the DT with a diameter of 27,6  $\mu\text{m}$  and an area of 598,3  $\mu\text{m}^2$  which represents 28,65 % of the tubular magnitude.

**Conclusions:** PT is characterized by being of greater magnitude than DT except in the dimensions of the tubular light and the number of nuclei by tubules visible under the optical microscope.

**Key words:** PROXIMAL AND DISTAL RENAL TUBULE; MORPHOMETRY; MAGNITUDE; DIMENSION.

**Descriptors:** KIDNEY TUBULES, DISTAL; KIDNEY TUBULES, PROXIMAL.

## INTRODUCCIÓN

La estructura histológica del riñón responde al modelo de órgano macizo de estroma y parénquima, en el corte longitudinal se observan dos zonas: la corteza y la médula; la primera situada externamente hacia la periferia, de aspecto laberíntico y color oscuro; la médula está situada internamente, hacia el centro, de aspecto radiado y color pálido o claro, en cada una de ellas se encuentran los componentes microscópicos del parénquima renal, formado por los túbulos uriníferos (la nefrona y sistema colector) y el aparato yuxtglomerular. Entre los componentes de la nefrona se encuentra el corpúsculo renal, o de Malpighi (CR), el túbulo contorneado proximal (TCP), el asa de Henle (AH) y el túbulo contorneado distal (TCD) que se continúa con el sistema excretor, formado por el túbulo de conexión o túbulo colector arciforme, que conecta el TCD con el conducto colector y no forman parte de la nefrona. (1)

Cualquier cambio funcional de los túbulos renales generalmente se asocia a cambios morfológicos a distintos niveles del sistema tubular, vascular e intersticial del riñón; éstos pueden manifestarse clínicamente, sin embargo, no todos pueden ser detectados por microscopía óptica con técnicas convencionales, en muchos casos se requiere de técnicas morfométricas, inmunohistoquímica y microscopía electrónica para detectarlos, de ahí la importancia de la inclusión de la morfometría en el estudio del riñón. (2)

Los pacientes con enfermedad renal crónica (ERC) necesitan tratamiento dialítico con una frecuencia de una a tres veces por semana, mientras esperan de un donador para realizar el trasplante renal, y por su morbilidad constituyen un problema de salud mundial. (3) Actualmente más de dos millones de pacientes padecen esta enfermedad, y se asocia frecuentemente con enfermedades crónicas no trasmisibles como el lupus eritematoso sistémico, hipertensión arterial (HTA) y diabetes mellitus (DM). (4)

En los países desarrollados la prevalencia es entre 500-1400 y la incidencia es entre 300-340 por millón de habitantes, que se incrementa alrededor de un diez por ciento anualmente, mientras que los países en vías de desarrollo tienen menores tasas y

está en correspondencia con su nivel económico. (5) En Cuba, la incidencia de ERC ascendió a partir de 2012, con un incremento anual de un cinco por ciento, alcanzó una tasa de prevalencia de 1,4 por 1000 habitantes. (5)

Los patólogos, a través de un análisis cualitativo de menor especificidad, confirman el diagnóstico de Nefritis Tubulointersticial Crónica (NTI) cuando observan fibrosis intersticial, atrofia tubular con aplanamiento de las células epiteliales y dilatación de la luz tubular, áreas con infiltrados de linfocitos y ocasionalmente neutrófilos, células plasmáticas, eosinófilos entre el intersticio y el túbulo en las causas agudas por alergias tóxicas y por fármacos, los espacios entre los túbulos renales se observan inflamados. (3) A estas manifestaciones no se les realiza un análisis cuantitativo de las dimensiones del túbulo para confirmar el diagnóstico. (6, 7)

Estudios del parénquima renal por morfometría y estereología, con el propósito de caracterizar sus componentes, se realizaron en animales de experimentación (ratón, ratas, conejos), (7) y en humanos la morfometría de la nefrona, que desde hace muchos años se inició con el conteo nefronal, que permitió plantear la teoría de Brenner, quien demostró la asociación entre el bajo número de nefronas con la hipertensión arterial. (8)

En estos momentos la morfometría con microscopía óptica, inmunohistoquímica y microscopía electrónica, presenta un desarrollo vertiginoso, se ha convertido en una herramienta fundamental para el estudio de estructuras renales y propone estudiar los cambios en el tamaño y la forma a partir del desplazamiento en el plano (2D) o en el espacio (3D) de un conjunto de puntos de referencia "landmarks", lo que permite "reconstruir" con tanta precisión como se desee la forma y el tamaño del espécimen estudiado en tercera dimensión. (9)

El programa de digitalización de imágenes y análisis morfométrico ImageJ (vers. 1.44) se desarrolló en el National Institutes of Health, y ofrece un panel de funciones que va desde la colorimetría, análisis de contornos, filtros de imágenes, cálculos de áreas, ángulos, distancias entre píxeles, que con calibración correcta se transforman en otras magnitudes, como el micrómetro ( $\mu\text{m}$ ), centímetro (cm) o metro (m), también permite realizar histogramas de densidad,

que hacen más factibles los estudios morfométricos de imágenes del parénquima renal. (10)

La técnica de conteo se utiliza para determinar la cantidad de nefronas en enfermedades renales o sistémicas con repercusión renal y las técnicas de medición permiten determinar las variaciones y diferencias morfológicas entre las estructuras renales normales y patológicas, teniendo en cuenta las dimensiones. (7, 10)

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, se realizó la presente investigación, que utilizó la morfometría y la estereología como método de estudio del parénquima renal normal en humanos adultos, específicamente los túbulos contorneados proximales y distales para obtener los valores de referencia del Laboratorio de Investigación de las Ciencias Básicas y Biomédicas (LICBB) de la Universidad de Ciencias Médicas de Camagüey, con el objetivo de caracterizar la magnitud de los túbulos renales normales en humanos adultos que sirvan de base a futuras investigaciones.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio descriptivo transversal en 17 fallecidos por muerte violenta, accidente, suicidio y homicidio en personas entre 18 y 50 años, en el periodo comprendido entre septiembre de 2013 hasta septiembre de 2014, con el objetivo de caracterizar los túbulos renales normales en humanos adultos por morfometría. Las necropsias se realizaron en el departamento de medicina legal del Hospital Provincial Docente Clínico Quirúrgico "Amalia Simoni" de la ciudad de Camagüey. Se excluyeron: los fallecidos con más de ocho horas, los fallecidos por ingestión de sustancias tóxicas y ahogamiento, y los que tenían diagnóstico patológico en túbulos renales.

### Procesamiento histológico

La muestra se tomó de ambos riñones, dos fragmentos de tejido de la corteza renal, uno por cada riñón (34 fragmentos), se fijaron por inmersión en formol neutro al 2 % entre 24 y 72 horas, se procesaron en el laboratorio de anatomía patológica del Hospital Provincial Docente Clínico Quirúrgico "Manuel Asunce Domenech", por la técnica de inclusión en parafina, según el protocolo establecido; en 36 se realizaron tres cortes histológicos de 5 µm por fragmento y se utilizó la coloración con hematoxilina/eosina (H y E). Se seleccionaron al azar 15 túbulos renales por corte, 10 túbulos contorneados proximales y 5 túbulos contorneados distales, se utilizó como criterio que presentaran un corte transversal con una circularidad de 0,8 o más para completar una muestra de 255 túbulos renales, 170 proximales y 85 distales.

En el LICBB de la universidad las láminas se tiñeron con la técnica del ácido peryódico de Schiff (PAS) y se observaron en un microscopio óptico OPTECH, con lente ocular de 10X y objetivo de 40X con una

amplificación de 400 X, se obtuvieron imágenes con una cámara digital Canon de 12 Mpx acoplada al microscopio, en formato jpg.

El patólogo realizó el diagnóstico cualitativo y demostró la ausencia de cambios patológicos en los túbulos renales y parénquima renal, posteriormente se verificó que los cortes y los campos cumplieran el requisito de mostrar evidencias de parénquima renal normal, extensión suficiente para realizar la morfometría, correcta técnica de coloración y organización de los componentes tubulares, obteniéndose imágenes para el procesamiento morfométrico.

Las variables cualitativas fueron: descripción histológica de los túbulos vistos al microscopio óptico y diagnóstico histopatológico; y las variables cuantitativas: la edad, parámetros morfométricos obtenidos por el conteo, la medición y el cálculo de las dimensiones que caracterizan la magnitud de los túbulos renales, como: la cantidad de núcleos celulares por túbulos, diámetro nuclear, tubular, de la luz, altura y grosor del epitelio; además del cálculo de las áreas correspondientes y la circularidad.

### Procesamiento morfométrico

**Captura:** se capturaron entre 20 y 25 imágenes por cada corte, correspondientes a la región del parénquima de la corteza renal, con una cámara digital marca Canon de 12 Mpx con un lente óptico de 3X, que se acopló a un microscopio OPTECH con un lente objetivo de 10X y lente ocular de 40X, para un aumento total de 400X. La morfometría se realizó con una computadora Pentium 5, las dimensiones y magnitudes se obtuvieron según las técnicas que se aplicaron para cada parámetro y los indicadores morfométricos se midieron con la aplicación en computación del programa ImageJ del National Institutes of Health, USA, 2011. (14) Para las mediciones se procedió a la calibración con un objetivo micrométrico de la Karl Zeits.

**Técnicas morfométricas:** se utilizó el programa ImageJ, en imágenes de túbulos renales con un corte transversal, si la circularidad fuese de 0,8 o más. Quedaron exentos de contar o medir los túbulos con un corte oblicuo o longitudinal, o sea, cuando tuvieran una circularidad menor de 0,8, para evitar los sesgos de la investigación.

**Conteo:** se utilizó para obtener la variable cantidad de núcleos.

**Mediciones:** las imágenes se midieron en megapíxeles, convirtiéndose automáticamente en micrómetro (µm) según la calibración del software, se utilizó la opción distancia angular y distancia lineal de la aplicación ImageJ. Las variables por medición fueron el perímetro (de los túbulos y la luz tubular), los diámetros (de los túbulos, la luz y los núcleos de celular epiteliales) y la altura epitelial. Se midieron entre 15 y 20 ocasiones en una estructura para calcular el promedio de las mediciones para

cada variable en ese túbulo, a partir de estos datos se halló un promedio de la muestra en estudio, por tanto el valor definitivo de cada variable en cada una de las variantes es un promedio de promedios.

El diámetro: es la dimensión dada por la distancia entre dos puntos, es la medida de la longitud de una línea recta trazada entre dos puntos opuestos del círculo, cuya línea debe pasar por el centro de la estructura.

### Técnicas estereológicas

Cálculo de área superficial: en una imagen plana (bidimensional) de cortes transversales de los túbulos renales y de los núcleos de las células epiteliales que representan un círculo y la fórmula es  $S = \pi \times r^2$ , donde "r" es el radio (diámetro dividido entre dos). También se puede determinar el área de superficie midiendo el perímetro, y el programa ImageJ la calcula automáticamente.

Cálculo del volumen: se calcula por la ecuación de volumen de estructuras ligeramente ovoides de M. Palkovits, que utiliza el diámetro mayor y menor, se usa cuando la diferencia entre los diámetros es estrecha.  $V = \pi/6 \cdot A \cdot B^2$ , donde A: diámetro mayor y B: diámetro menor.

Circularidad: se midió directamente con la opción medición angular, utilizando la opción de factor de forma de esta aplicación del programa ImageJ. En este caso se contorneó el límite externo o perímetro del túbulo, de la luz tubular y nuclear, la interpretación del indicador es que da resultados entre 0,01 y 1; mientras más se acerca a 1, más circular es la estructura, si ocurre lo contrario, mientras más se acerca a 0.01, menos circular, o sea, la estructura puede ser más ovalada o irregular.

Relación Núcleo Citoplasma (RN/C): en este caso por no tener el volumen celular ni el citoplasmático, solo el volumen nuclear, este indicador se mide por la relación entre el área nuclear (AN) y área citoplasmática (ACT) de las células epiteliales de los túbulos proximales y distales, a través de la fórmula  $RN/C = AN/ACT$ . Estadísticamente constituye una

razón.

Procesamiento estadístico: las variables se procesaron con el paquete estadístico SPSS versión 19.0 en español para Windows. Se aplicó la estadística descriptiva, se calculó el intervalo de confianza (IC) con un 95 % de confiabilidad, se realizaron pruebas de comparación de medias (test de student) para muestras independientes, se determinó la significación estadística y diferencias significativas entre los valores comparados, el nivel de significación es del 0,05 de probabilidad.

### ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Los TCP y TCD normales, vistos en cortes transversales al microscopio óptico (**tabla 1**), presentaron forma circular en ambos túbulos, esto se confirmó cuantitativamente por la circularidad, el TCP presentó una circularidad de 0,88 y el TCD de 0,89, con intervalo de confianza (IC) de  $\pm 0,03$  y  $\pm 0,02$  respectivamente, no hubo diferencia estadística significativa en su circularidad ( $p > 0,05$ ). El TCP se observó significativamente mayor que el TCD ( $p = 0,00$ ) con un diámetro de  $52,69 \mu\text{m}$  ( $IC = 44,4 \leq 58,9$ ) y un área de  $2183,6 \mu\text{m}^2$  ( $IC = 1957,4 \leq 2408,4$ ), muy superior al TCD que midió  $37,96 \mu\text{m}$  de diámetro ( $IC = 34,3 \leq 40,6$ ) y un área de  $1138,9 \mu\text{m}^2$  ( $IC = 998,3 \leq 1280,3$ ).

Estos hallazgos coinciden con los de Mendoza, (8) que plantea que el túbulo contorneado proximal tiene un diámetro externo de 50 a  $60 \mu\text{m}$ , por ser éste la parte más larga y ancha de la nefrona y constituye la masa principal de la corteza.

En estudios morfométricos de los túbulos Lemley y colaboradores (10) utilizaron como modelo experimental las ratas y encontraron que el área de los túbulos proximales fue superior a la de los túbulos distales. Gerritsen y colaboradores (11) en estudios confirmaron también que los túbulos proximales tienen un diámetro y área mayor que los distales.

**TABLA 1. Distribución de las dimensiones y magnitud de los túbulos renales normales**

Dimensiones	Magnitud de los túbulos renales					
	TCP			TCD		
	Media	Intervalo de confianza		Media	Intervalo de confianza	
		Inferior	Superior		Inferior	Superior
Circularidad	0,88	0,85	0,91	0,89	0,87	0,91
Diámetro ( $\mu\text{m}$ )	52,7	44,4	58,9	37,9	34,3	40,6
Área ( $\mu\text{m}^2$ )	2183,6	1957,4	2408,4	1138,9	998,3	1280,3

Fuente: cuaderno de recogida de datos

En ambos túbulos renales se presentaron diferencias muy significativas en todas las dimensiones de sus

componentes ( $p < 0,01$ ). La luz tubular (**tabla 2**) en el TCD se observó ovalada, más amplia y de mayor

tamaño que en el TCP, aspecto que se confirmó cuantitativamente, porque presentó una circularidad de 0,62 ( $IC=0,58\leq 0,66$ ), un diámetro de 27,6  $\mu\text{m}$  ( $IC=21,3\leq 33,6$ ) y un área de 598,3  $\mu\text{m}^2$  ( $IC=517,6\leq 635,5$ ). Mientras que en los TCD ocurre lo contrario, la luz se observó más circular y estrecha, aunque algunos de ellos se presentaron con la luz un tanto irregular y se demostró morfométricamente, porque tuvo una circularidad promedio de 0,81, pero el IC fue más amplio, de  $0,69\leq 0,93$ , parámetro que indica una mayor varianza, desviación estándar y dispersión en los valores de la circularidad de la luz tubular y presentó menor magnitud, pues el diámetro promedio fue de 22,7  $\mu\text{m}$  ( $IC=17,4\leq 23,1$ ) y el área de 408,6  $\mu\text{m}^2$  ( $IC=366,6\leq 451,3$ ).

Según plantea Carrisoza-Gaytan, (12) la luz del túbulo proximal suele aparecer ocluida por la aproximación de los bordes en cepillo de las células que lo rodean, pero quedó demostrado por perfusión vascular que la misma permanece abierta, a pesar de su prominente borde en cepillo, por lo que se muestra más irregular, mientras que la luz en el túbulo distal es más ancha y la célula no presenta borde en cepillo. En estudios realizados en ratas, sobre la asociación de la tioridazina con enfermedades renales y el pronóstico de las enfermedades crónicas del corazón, Otaki y colaboradores (13) y Gerritsen y colaboradores (11)

demonstraron que ocurre una afectación tubular con mayor dilatación de la luz del túbulo distal.

La técnica histológica empleada en el procesamiento histológico, específicamente la fijación, es un proceso continuo, en el cual se produce retracción del tejido, por tanto pueden aparecer invaginaciones o evaginaciones más profundas que las microvellosidades, además el tiempo de fijación en la investigación realizada fue variable, entre 24 y 72 horas, lo que influye en la retracción y, aunque el fijador empleado fue formol neutro al 2 %, éste no era tamponado, lo que puede haber producido una variación del pH, por otra parte el método de fijación fue por inmersión y no por perfusión y al no existir la presión positiva, a que está sometido normalmente el interior de la luz tubular y, en particular, el túbulo proximal, puede disminuir la luz; de ahí que se sugiere por la literatura la utilización del método de perfusión para conservar el tamaño de la luz tubular.

La muerte por accidente está precedida por isquemia o hipoperfusión tisular, que genera disminución de presión en el interior de la luz tubular. Pero tanto en este caso como en el de la técnica de la fijación, ambos túbulos se afectan por igual, lo que no ocurrió en la investigación, pues en el túbulo distal la luz presentó mayor magnitud en todas sus dimensiones o parámetros morfométricos, los que fueron ligeramente inferiores a las magnitudes descritas por otros autores. (14)

**TABLA 2. Distribución de las dimensiones y magnitud de la luz tubular normal**

Dimensiones	Magnitud de los túbulos renales					
	TCP			TCD		
	Media	Intervalo de confianza		Media	Intervalo de confianza	
		Inferior	Superior		Inferior	Superior
Circularidad	0,81	0,69	0,93	0,62	0,58	0,66
Diámetro ( $\mu\text{m}$ )	22,7	17,4	23,1	27,6	21,3	33,6
Área ( $\mu\text{m}^2$ )	408,6	366,6	451,3	598,3	517,6	635,5

Fuente: cuaderno de recogida de datos

En la magnitud de la pared tubular (**tabla 3**) se observó que la pared del TCP fue significativamente mayor que la pared del TCD ( $p=0,00$ ). El TCP presentó una altura epitelial de 12,4  $\mu\text{m}$  ( $IC=11,1\leq 13,7$ ) y un grosor con un área de 1174,9  $\mu\text{m}^2$  ( $IC=1709,6\leq 1838,3$ ), mientras que el TCD presentó una altura epitelial de solo 9,6  $\mu\text{m}$  ( $IC=9,1\leq 10,1$ ) y un grosor o área epitelial de 812,7  $\mu\text{m}^2$  ( $IC=725,6\leq 898,8$ ). En cuanto a la fracción de área citoplasmática y nuclear en el TCP fueron de 1623,1  $\mu\text{m}^2$  ( $IC=1507,4\leq 1737,6$ ) y 151,9  $\mu\text{m}^2$  ( $IC=122,8\leq 180,9$ ) respectivamente, mientras que en el TCD la distribución fue muy diferente ( $p=0,00$ ), la fracción de área citoplasmática fue de

472,8  $\mu\text{m}^2$  ( $IC=425,5\leq 520,4$ ) y la fracción de área nuclear de 339,9  $\mu\text{m}^2$  ( $IC=295,5\leq 384,6$ ).

Según Horvatic, (15) en el corte transversal ambos túbulos tienen un epitelio cilíndrico bajo, el TCP con un prominente borde en cepillo, 6 a 12 células grandes, formando parte de su pared, rara vez se observan más de 4 o 5 núcleos, sus núcleos son grandes, esféricos y se localizan hacia la base con nucléolo prominente. Horvatic describe que el epitelio del TCD tiene una altura de 7 a 8  $\mu\text{m}$  en el asa gruesa ascendente medular y de aproximadamente 5  $\mu\text{m}$  en el asa ascendente cortical, con núcleos esféricos, pero hacia la luz.

La fracción de área citoplasmática es mayor en el TCP, lo que coincide con lo encontrado por Carrisoza y colaboradores (12) en un estudio realizado en ratas, donde el citoplasma de las células epiteliales

en los túbulos proximales se tiñó intensamente con dextran fluorescente, por lo que fueron fácilmente detectados.

**TABLA 3. Distribución de las dimensiones y la magnitud de la pared tubular**

Dimensiones	Magnitud de la pared de los túbulos renales					
	TCP			TCD		
	Media	Intervalo de confianza		Media	Intervalo de confianza	
		Inferior	Superior		Inferior	Superior
Altura epitelial ( $\mu\text{m}$ )	12,4	11,1	13,7	9,6	9,1	10,1
Grosor epitelial (área en $\mu\text{m}^2$ )	1774,9	1709,6	1838,3	812,7	725,6	898,8
Fracción del área nuclear ( $\mu\text{m}^2$ )	151,9	122,8	180,9	339,9	295,5	384,6
Fracción del área citoplasmática ( $\mu\text{m}^2$ )	1623,1	1507,4	1737,6	472,8	425,5	520,4

Fuente: cuaderno de recogida de datos

En cuanto a la morfometría y estereología en las células del epitelio tubular (**tabla 4**), se observó mayor cantidad de núcleos en los túbulos distales, con una media de 11 núcleos ( $\text{IC}=10\leq 12$ ) por TCD y solo seis por TCP ( $\text{IC}=5\leq 7$ ). Los núcleos en ambos túbulos son esféricos o redondeados, ya que la circularidad fue de 0,98 y 0,94. El área celular fue de  $302,7 \mu\text{m}^2$  en el TCP por solo  $77,1 \mu\text{m}^2$  en el TCD; sin embargo, el diámetro nuclear es superior en los TCD con  $6,3 \mu\text{m}$ , el área de  $31,4 \mu\text{m}^2$  y el volumen nuclear de  $136,2 \mu\text{m}^3$ , mientras que el área citoplasmática fue mayor en el TCP con  $277,2 \mu\text{m}^2$ . La relación núcleo-citoplasma en las células del TCP

del área nuclear representó el 8 % y la citoplasmática del 92 % ( $\text{N/C}= 1/9=0,09$ ), mientras que en el TCD el área nuclear representó el 41 % y la citoplasmática el 59 % ( $\text{N/C}= 1/1=0,69$ ).

Los resultados obtenidos en la investigación coincidieron con Mendoza y colaboradores (8) en estudios morfométricos realizados a los túbulos proximales en ratas, quienes señalan que la cantidad de núcleos es menor, debido a que es menor la cantidad de células; sin embargo, ambos se refieren a que los núcleos en los túbulos proximales son más voluminosos, lo que difiere de lo encontrado en el estudio.

**TABLA 4. Distribución de las dimensiones y magnitudes de los componentes de las células epiteliales tubulares**

Dimensiones	Magnitud de los componentes de las células tubulares					
	TCP			TCD		
	Media	Intervalo de confianza		Media	Intervalo de confianza	
		Inferior	Superior		Inferior	Superior
Área celular ( $\mu\text{m}$ )	302,7	257,5	352,9	77,1	52,9	102,9
Cantidad de núcleos por túbulos	6	5	7	11	10	12
Circularidad	0,98	0,97	0,99	0,94	0,92	0,96
Diámetro nuclear ( $\mu\text{m}$ )	5,6	5,4	5,8	6,3	6,1	6,5
Área nuclear ( $\mu\text{m}^2$ )	25,5	21,1	29,9	31,4	29,7	33,2
Volumen nuclear ( $\mu\text{m}^3$ )	101,8	93,5	109,6	136,2	125,5	147,5
Área citoplasmática ( $\mu\text{m}^2$ )	277,2	269,6	284,9	45,7	40,6	50,6

Fuente: cuaderno de recogida de datos

**TABLA 5. Distribución de la proporción de la dimensión del área de los componentes tubulares**

Dimensiones ( $\mu\text{m}^2$ )	Túbulos renales	
	TCP (%)	TCD (%)
Área de la luz	18,71	28,65
Área de la pared	81,29	71,35
Área nuclear	6,96	41,51
Área citoplasmática	74,33	29,84
Área tubular	100	100

Fuente: cuaderno de recogida de datos

En cuanto a la proporción de los componentes tubulares (**tabla 5**), el porcentaje que ocupó la pared fue mayor que la luz en ambos túbulos, pero el porcentaje de la luz tubular distal fue mayor que el proximal con 28,65 % y 18,71 %, respectivamente, mientras que el porcentaje que ocupó el área de la pared (grosor epitelial) fue menor en el TCD (71,35

%) que en el TCP, (81,29 %). Del grosor epitelial en la pared tubular proximal el área nuclear representó solo un 6,96 % y la citoplasmática el 74,33 %, mientras que en el TCD fue 41,51 % en el área nuclear y 29,84 % en la citoplasmática.

### CONCLUSIONES

Los túbulos renales normales en la muestra de humanos adultos estudiados se caracterizaron por tener una forma circular, con una circularidad próxima a la unidad, con una magnitud o tamaño mayor en el túbulo proximal en la mayoría de sus dimensiones, con excepción del diámetro de la luz, el área de la luz tubular, la fracción de área nuclear, que representa el epitelio, y la cantidad de núcleos visibles al microscopio óptico.

Los componentes de las células epiteliales de los túbulos proximales y distales se describen con diferentes magnitudes, las dimensiones nucleares fueron mayores en las células epiteliales de los túbulos distales y las dimensiones citoplasmáticas en las de los túbulos proximales, con una proporción núcleo-citoplasma 1:1 en el distal y 1:9 en el proximal.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. Junqueira LC, Carneiro J. Histología básica textos y atlas. 6ta ed. Barcelona. España: Guanabara; 2005.
2. Piedrahita Echeverry VM, Prada Meza MCI, Vanegas Ruiz JJ, Vélez Echeverry C, Serna Higueta LM, Serrano Gayubo AK, et al. Causas de enfermedad renal crónica en niños atendidos en el Servicio de Nefrología Pediátrica del Hospital Universitario San Vicente de Paúl, de Medellín, Colombia. IATREIA [revista en internet]. 2011 [citado 10 de enero 2017]; 24(4). Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/1805/180522525001.pdf>.
3. Méndez-Durán A, Pérez-Aguilar G, Ayala-Ayala F, Aguli Ruiz-Rosas R, Jesús González-Izquierdo J, Dávila-Torres J. Panorama epidemiológico de la insuficiencia renal crónica en el segundo nivel de atención del Instituto Mexicano del Seguro Social. Diálisis y Trasplante [revista en internet]. Dic, 2014 [citado 10 de enero 2017]; 35(4). Disponible en: <http://www.elsevier.es/es-revista-dialisis-trasplante-275-resumen-panorama-epidemiologico-insuficiencia-renal-cronica-90369439>.
4. Minello LF, Ferreira Rodrigues R, Oliveira de Oliveira LB, Tavares Rheingantz MG. Estructura Microscópica del Riñón de Caimán latirostris [en línea]. Brasil: Intituto de Biología da Universidad Federal de Pelotas; 2012 [citado 10 de enero 2017]. Disponible en: <http://www.morfovirtual2012.sld.cu/index.php/morfovvirtual/2012/paper/viewFile/218/316>
5. MINSAP. Dirección de Registros Médicos y Estadísticas de Salud. Anuario Estadístico de Salud 2012. Ciudad de la Habana: MINSAP; 2013.
6. Murlimanju BV, Madhuri Kumar B, Kumar N, Prashanth KU, Prakash Rao Ch, Guru A, et al. Morphometric Parameters of the Human Adult Kidney: An Anatomical Study. Int J Morphol [revista en internet]. 2014 [citado 10 de enero 2017]; 32(2). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022014000200045>.
7. Pérez Mejías A, Barber Fox MO, González Núñez L, Pérez Ramos A. Morfometría renal en un biomodelo de crecimiento intrauterino retardado en ratas [CD-ROM]. La Habana: Primer Congreso Virtual de Ciencias Morfológicas; 2012.
8. Mendoza Jorge E, Blanco Figueredo N, Jiménez Mendoza DC, Soler Mesa L, Garcés Olivé LM. Características morfoestereológicas del glomérulo renal en fetos humanos [CD-ROM]. La Habana: Primer Congreso Virtual de Ciencias Morfológicas; 2012

9. Marciano DK, Brakeman PR, Lee CZ, Spivak N, Eastburn DJ, Bryant DM, et al. P120 catenin is required for normal renal tubulogenesis and glomerulogenesis. *Development* [revista en internet]. 2011 [citado 10 de enero 2017]; 138(10). Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3082309/>.
10. Lemley KV, Bertram JF, Nicholas SB, White K. Estimation of Glomerular Podocyte Number: A Selection of Valid Methods. *J Am Soc Nephrol* [revista en internet]. 2013 [citado 10 de enero 2017]; 24(8). Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3736716/>.
11. Gerritsen KG, Leeuwis JW, Koeners MP, Bakker SJ, van Oeveren W, Aten J, et al. Elevated Urinary Connective Tissue Growth Factor in Diabetic Nephropathy Is Caused by Local Production and Tubular Dysfunction. *J of Diabetes Research* [revista en internet]. 2015 [citado 10 de enero 2017]. Disponible en: <http://www.hindawi.com/journals/jdr/2015/539787/>.
12. Carrisoza-Gaytan R, Liu Y, Flores D, Else C, Lee HG, Rhodes G, et al. Effects of biomechanical forces on signaling in the cortical collecting duct (CCD). *Am J Physiol-Ren* [revista en internet]. 2014 [citado 10 de enero 2017]; 307(2). Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4152160/>.
13. Otaki Y, Watanabe T, Takahashi H, Kadowaki S, Narumi T, Honda Y, et al. Association of plasma thioredoxin-1 with renal tubular damage and cardiac prognosis in patients with chronic heart failure. *J Cardiol* [revista en internet]. 2014 [citado 10 de enero 2017]; 64(5). Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24685687>.
14. U.S. Renal Data System. *USRDS 2013 Annual Data Report: Atlas of End-Stage Renal Disease in the United States*. Bethesda, Md, USA: National Institutes of Health, National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases; 2013.
15. Horvatic I, Ljubanovic DG, Bulimbasic S, Knotek M, Prkacin I, Tisljar M, et al. Prognostic significance of glomerular and tubulointerstitial morphometry in idiopathic membranous nephropathy. *Pathol Res Pract* [revista en internet]. 2012 [citado 10 de enero 2017]; 208(11). Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22995635>.

Copyright Revista Electrónica Dr. Zoilo E. Marinello Vidaurreta. Este artículo está bajo una [licencia de Creative Commons Reconocimiento – No Comercial – Sin Obra Derivada 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/), los lectores pueden realizar copias y distribución de los contenidos por cualquier medio, siempre que se mantenga el reconocimiento de sus autores, no se haga uso comercial de las obras, ni se realice modificación de sus contenidos.