



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

FACULTAD DE MEDICINA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGÍA "IGNACIO CHÁVEZ"

**“Longitud renal por ultrasonografía y su correlación con la
función renal en población mexicana adulta sana”**

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALIDAD EN:
NEFROLOGÍA

PRESENTA:

DR. JUSTO ADALID OYUELA CARRASCO

TUTOR

DR. JUAN PABLO HERRERA FELIX



MÉXICO D.F. 13 DE AGOSTO DE 2008



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

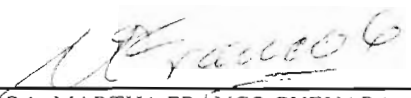
DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



DR. JOSÉ FERNANDO GUADALAJARA BOO
DIRECTOR DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN
INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLGÍA
"IGNACIO CHÁVEZ"



DRA. MARTHA FRÁNCO GUEVARA
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE NEFROLOGÍA
INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGÍA
"IGNACIO CHÁVEZ"



DR. JUAN PABLO HERRERA-FÉLIX
TUTOR RESPONSABLE
MEDICO ADJUNTO DEL SERVICIO DE NEFROLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGIA
"IGNACIO CHAVEZ"



DR. JUSTO ADALID OYUELA CARRASCO
ALUMNO DE LA ESPECIALIDAD EN NEFROLOGÍA
INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGIA
"IGNACIO CHAVEZ"

INDICE

	Pagina
Agradecimiento.....	4
Introducción.....	5
Definición y estadificación de la enfermedad renal crónica.....	5
Incidencia y Prevalencia de Enfermedad Renal Crónica.....	6
Incidencia y Prevalencia de Enfermedad Renal en Estadio Avanzado.....	7
Factores de Riesgo.....	7
Radiografías convencionales de abdomen.....	9
Urografía Intravenosa.....	9
Tomografía Computarizada y Resonancia Magnética.....	10
Ultrasonido.....	11
Consideraciones Técnicas.....	11
Técnica de rastreo.....	13
Importancia de la estimación	13
Justificación.....	17
Objetivos.....	19
Materiales y Métodos.....	20
Resultados.....	23
Discusión.....	33
Conclusiones.....	38
Bibliografía.....	39

Agradecimiento

No es fácil llegar, se necesita ahínco, lucha y deseo, pero sobre todo apoyo como el que he recibido durante este tiempo. Ahora más que nunca se acredita mi cariño, admiración y respeto. Gracias por todo.

Longitud renal por ultrasonografía y su correlación con la función renal en población mexicana adulta sana

La ocurrencia de la enfermedad renal ha progresado de forma rápida en la última década. En el contexto global varios países tienen tasas de incidencia y prevalencia iguales a los Estados Unidos. Especialmente, el continuo incremento en la incidencia de diabetes mellitus tipo 2, de obesidad, el envejecimiento de la población y el crecimiento de grupos minoritarios de alto riesgo contribuyen significativamente a un aumento acelerado de casos de insuficiencia renal en el país.

Las consecuencias de la enfermedad renal crónica (ERC) son muchas y complejas e incluye hipertensión, anemia, acidosis, desnutrición, inflamación y alteración en el metabolismo mineral óseo

Definición y estadificación de la enfermedad renal crónica

En el 2002 la Fundación Nacional del Riñón de Estados Unidos de Norteamérica definió la ERC como daño renal y/o función renal reducida. El daño renal puede ser confirmado por una variedad de métodos que incluyen evidencia histológica de enfermedad renal, anormalidades de la composición sanguínea u orina o hallazgos anormales en imagenología renal. La proteinuria es el indicador mas frecuente de daño renal. Dada la compleja relación

entre hipertensión y enfermedad renal, la hipertensión sola no es un indicador suficiente de daño renal (26,36). Para propósitos operacionales la ERC es definida por la presencia de al menos 3 meses de evidencia de daño renal con una Tasa de Filtrado Glomerular (TFG) por debajo de 60 ml/min/1.72m² de área de superficie corporal (37).

La estratificación de la ERC consta de cinco estadios basados en la reducción de la TFG: Estadio 1: daño renal con una TFG normal o aumentada ≥ 90 ml/min. Estadio 2: daño renal con una leve disminución de la TFG de 60 – 90 ml/min/1.72m². Estadio 3: moderada disminución de la TFG de 30 – 59 ml/min/1.72m². Estadio 4: disminución severa de la TFG de 15 – 29 ml/min/1.72m². Estadio 5: enfermedad renal en estadio terminal o diálisis con TFG de < 15 ml/min/1.72m² (36)

Incidencia y Prevalencia de Enfermedad Renal Crónica.

En el estudio de Framingham en la cual participaron 2,585 sujetos con una TFG estimada mayor de 60 ml/min/1.72m² y una edad media de 43 años, solamente el 9.4% desarrollo ERC definida por una TFG menor de 60 ml/min/1.72m² en un periodo de seguimiento de 18 años (38). En el estudio ARIC (Riesgo de Aterosclerosis en las Comunidades), con edades entre 45 a 64 años, la incidencia definida por un incremento de creatinina sérica de 0.4 mg/dl o hospitalización o muerte con ERC fue de 4.4/1000 personas en blancos y 8.8/1000 personas en Afro Americanos (39).

La prevalencia estimada demostró una dependencia fuerte con la edad, siendo más común con el incremento de la edad. Los siguientes estudios mostraron una prevalencia de ERC con una TFG < 60 ml/min/1.72m² como son los estudios: NHANES III de

EEUU(40) 4.4%, REGARDS de EEUU (41) con 43.3 %, NEOERICA del Reino Unido (42) 4.9%, Beijing (43) 4.9% .

Incidencia y Prevalencia de Enfermedad Renal en Estadio Avanzado (EREA).

Reportes del 2005 que incluyen datos hasta el 2003 refieren que 102,567 pacientes comenzaron terapia de sustitución renal en los EEUU a una tasa de 338 /millón de población, tomando en cuenta que para 1981 la tasa era de 91/millón de población respectivamente. Aunque en el 2004 hubo una disminución de 0.9%. A pesar de de esta reciente estabilización de la tasa de incidencia EREA, el numero absoluto de pacientes que comienzan terapia de remplazo renal continua en aumento. Se supone que por el incremento de la diabetes mellitas tipo 2 para el año 2015 habrá un incremento de 136,166 casos por año de EREA (44). La tasa de incidencia de EREA es alta en hombres con 413/millón que en mujeres 280 /millón. La incidencia con respecto a la raza difiere substancialmente: Afro Americanos 996/millón, Americanos blancos 259/millón, Americanos Nativos 504/millón y Asiáticos 346/millón (45). En Europa Occidental para 1998 la incidencia fue de 117/millón de población, aproximadamente un tercio de la incidencia de EEUU

En el 2003 un total de 324,826 pacientes recibieron terapia de remplazo renal en EEUU el equivalente de una tasa de 1,496/millón siendo una tasa de 5 veces mas que 1980 (26).

Factores de Riesgo

Numerosos estudios en los últimos años han comprobado que la enfermedad renal es un factor de riesgo cardiovascular. Entre los factores de riesgo tradicionales tenemos: edad

anciana, hipertensión, enfermedad valvular, dislipidemia, tabaquismo, diabetes, género masculino, sedentarismo, y hipertrofia ventricular izquierda. Entre los factores no tradicionales tenemos: albuminuria, TFG reducida, anemia, inflamación, arterioesclerosis, sobrecarga del espacio extracelular, metabolismo anormal del calcio/fósforo, estrés oxidativo, desnutrición, disfunción endotelial, factores trombogénicos, actividad simpática, resistencia a la insulina – síndrome metabólico. Pacientes con una TFG < 70 ml/min tienen un 68% de riesgo por muerte cardiovascular (46). Entre otros factores de riesgo de enfermedad renal encontramos la presencia de glomerulonefritis, vasculitis, nefritis intersticial, enfermedad quística / hereditaria, cánceres y otras (36).

En un intento por prevenir EREA diferentes estrategias para revertir la enfermedad renal crónica se han intentado, estas incluyen la inhibición del sistema renina – angiotensina que ha demostrado efectividad en reducir la progresión de la ERC, principalmente en los pacientes que mantienen una proteinuria > 1 gr/24 hrs se beneficiarían de una tensión arterial < 125/75 mmHg (47). Sin embargo la detección y control temprano de los factores de riesgo mencionados anteriormente ayudarían enormemente en evitar un deterioro progresivo de la función renal.

Entre las modalidades para visualizar el riñón existen varios tipos de estudios como ser: las radiografías convencionales, el uso de estudios contrastados, estudios tomográficos, resonancia magnética y el ultrasonido, en vista de la importancia de los diferentes métodos diagnósticos en la evaluación clínica del paciente con enfermedad renal, revisaremos una breve introducción de los diferentes métodos de estudio radiológico:

Radiografías convencionales de abdomen

Es usualmente la primera forma de examinación radiográfica para un paciente con sospecha de enfermedad litiasica. La radiografía convencional abdominal también es útil al obtenerla antes de la realización de un urograma intravenoso. La exactitud diagnóstica en la detección de litos con imagen digital y la radiografía convencional abdominal no es significativamente diferente (48)

Urografía Intravenosa

El urograma intravenoso (UIV) es un estudio radiográfico con medio de contraste iodado el cual se inyecta de forma intravenosa y una serie de imágenes del riñón, uréteres y vejiga urinaria son obtenidos, proporcionando información anatómica y funcional acerca del tracto urinario. Otro sinónimo usado para este mismo estudio es el píelograma intravenoso y urograma excretor. La mayor indicación de UIV es para la evaluación de pacientes con hematuria macroscópica y microscópica, carcinoma de células transicionales, cálculos en el tracto urinario, sospecha de fuga ureteral después de una cirugía u trauma y obstrucción del tracto urinario, particularmente cuando otros estudios son dudosos y la función renal es normal: sin embargo, el Urograma por Tomografía Computarizada (UTC) esta suplantando al UIV en muchos centros de diagnostico como primera linea de evaluación para todas las indicaciones antes mencionadas.

La Píelografía Retrograda: involucra la colocación de un catéter dentro del sistema colector, usualmente con guía citoscópica. Sedación con el paciente consciente y analgesia

tópica para la colocación del catéter es requerida. El medio de contraste es inyectado a través del catéter bajo guía fluoroscópica para evaluar el lumen del sistema pielocaliceal y uréter por anomalías en la mucosa como el carcinoma de células transicionales. Sin embargo anomalías en el urotelio también pueden ser vistas por el urograma por tomografía computarizada (UTC). El pielograma retrógrado está indicado para pacientes que no pueden recibir medio de contraste intravenoso por causa de su deterioro de su función renal o historia de alergia al medio de contraste y también en la dificultad de demostrar de forma completa el sistema pielocaliceal por UIV y UTC y en tal situación una biopsia del borde de cepillo del área anormal puede ser realizado para análisis histopatológico.

Tomografía Computarizada y Resonancia Magnética

La tomografía computarizada (TAC) y la resonancia magnética (IRM) son las modalidades más ampliamente usadas para la evaluación del sistema genitourinario. La TC fue introducida por primera vez en 1972 y fue nombrada como un avance revolucionario y actualmente en nuestros días ya es helicoidal. La IRM inició su impacto en la práctica clínica a mediados de 1970, inicialmente con un campo magnético fijo de 0.3 a 0.6 Tesla y actualmente con ya contamos con IRM de 1.5 Tesla, llegando a ser el estándar para la práctica clínica. Ambas técnicas comparten las ventajas de alta resolución espacial, tomografía multiplanar o demostración de imagen volumétrica, relativamente buen contraste del tejido blando entre estructuras normales y procesos anormales y relativamente tiempos cortos de examinación, de 5 a 10 min para la TC y de 20 a 30 minutos para la IRM.

Comparada con la IRM, la TC tiene alta resolución espacial, superior sensibilidad para la detección de calcificaciones, osificación o gas y puede ser usada cuando hay contraindicaciones para el uso de IRM, tales como la presencia de marcapasos, clipajes aneurismáticos ferromagnéticos intracraneanos y cuerpos metálicos orbitales extraños.

Las ventajas de la IRM incluyen el que no utiliza radiación ionizada, tiene una resolución de contraste superior a la TC, permite la detección de pequeñas lesiones renales y mejor caracterización de masas benignas y malignas, puede ser usado cuando hay contraindicación en la administración de medio de contraste iodados . La IRM por lo tanto es usualmente usada como una herramienta de resolución de problemas para delinear mejor la naturaleza y extensión de la enfermedad

Ultrasonido

La ultrasonografía es ideal para visualizar a los riñones. La corteza, médula, y sistemas colectores tienen diferentes propiedades acústicas y los cambios patológicos son fácilmente discernibles y correlacionados bien con los hallazgos histológicos (14). Además los riñones son fácilmente visualizados y muestran un espectro limitado de variación anatómica y cambios patológicos. Esta conexión con la seguridad, simplicidad y bajo costo y obtención de imagen sin exponer al paciente a la radiación hacen del ultrasonido una herramienta invaluable en la nefrología (1,48)

Consideraciones Técnicas.

Principios físicos del ultrasonido: El transductor del ultrasonido tiene la habilidad para producir ondas de sonido y detectar el sonido reflejado (retorno de ecos) de un objeto, y la computadora del ultrasonido, la cual es capaz de demostrar los ecos reflejados como una

imagen. El transductor del ultrasonido contiene cristales piezoeléctricos, con capacidad única de convertir la corriente eléctrica a una sonda de sonido y viceversa. La corriente eléctrica es administrada a los cristales por la maquina del ultrasonido y posteriormente convertida a pulsos cortos de onda de sonidos en la que pueden ser dirigidos a la imagen objetivo deseada. Cuando la onda de sonido encuentra una interfase de tejido, una porción de la onda es reflejada de regreso al transductor (produciéndose el eco) y una porción de la onda es transmitida profundamente hacia adentro del cuerpo. Como el pulso encuentra diferentes tejidos a lo largo de su camino, ecos a lo largo de la vía son producidos y detectados por el transductor (principio de pulso de eco). El reflejo de los ecos recibidos por los cristales piezoeléctricos son entonces transformados de ondas de sonido a impulsos eléctricos, del cual son analizados por la computadora para producir una imagen. Esta velocidad de sonido es relativamente independiente del tipo de tejido (aproximadamente 1540 m/s en la mayoría de los tejidos blandos) (48)

El retorno de los ecos es demostrado en la pantalla de la computadora como varias sombras de grises, variando de oscuro negro (hipoecoico) a blanco brillante (hiperecoico) dependiendo de la intensidad de retorno del eco. El grado en el cual el sonido es reflejado de regreso al transductor depende de una propiedad llamada impedancia acústica. La impedancia acústica es una propiedad fundamental relacionada a la densidad del material como también a la velocidad de sonido dentro de ese material. La cantidad de sonido que será reflejado, estará directamente relacionado a la diferencia en la impedancia acústica entre los tejidos adyacentes. Por ejemplo el aire tiene muy baja impedancia acústica, así cuando el sonido viaja de agua a aire o viceversa, un gran porcentaje del haz ultrasonográfico es reflejado de regreso. Esto explica por que el gas intestinal bloquea el

haz ultrasonográfico, dificultando la visualización de estructuras profundas, así como también la presencia de estructuras altamente reflectivas como las costillas y cálculos en la cual no permitirán el paso del sonido y una sombra acústica oscura se reflejara. Esto también explica por que el gel es necesario entre el transductor y la piel, para eliminar la interfase del aire (1, 48)

Técnica de rastreo.

La técnica de evaluación se realiza con el paciente con la vejiga urinaria vacía, debido a que una vejiga urinaria llena puede causar la impresión falsa de dilatación pielocaliceal. El eje longitudinal renal es identificado a través de los flancos con tres posibles aproximaciones: anterior - supina (abdominal), posición decúbito lateral que es la técnica mas preferida y dorsal posterior (13). La posición supina u oblicua supina del riñón derecho es usualmente útil, usando una aproximación anterior con el hígado como ventana. La longitud renal es medible en la mayoría de los sujetos. Pero en algunos pacientes intervienen las costillas, por lo que una adecuada medición de longitud renal no será obtenida. (10)

Importancia de la estimación

La estimación del tamaño renal por ultrasonografía es importante para la evaluación clínica de pacientes sanos como los donadores (6) y ha remplazado el estándar común de la radiografía para la evaluación de enfermedades renales. La reducción unilateral o bilateral o incremento en el tamaño renal es un importante signo de muchas enfermedades renales así como de la evaluación clínica de pacientes con diabetes o estenosis de la arteria renal

(Hipertensión severa), insuficiencia renal aguda u crónica en el cual el hallazgo de una corteza ecogénica delgada indica un daño irreversible o una reducción en la longitud renal es indicativo de enfermedad renal crónica y es un factor decisivo en la realización de biopsia renal o evitar una terapia de inmunosupresión (8). Uropatía obstructiva y enfermedad poliquística renal (como causa de insuficiencia renal) hematuria, dolor, infecciones recurrentes o refractarias, nefrolitiasis y neoplasias (1,3).

La estimación del tamaño renal por ultrasonido puede ser realizada por medición de la longitud renal, volumen cortical o espesor cortical pudiendo ser la medición mas exacta del tamaño renal el volumen renal, el cual es correlacionada con la altura, peso y área corporal total de los sujetos. Sin embargo, Emanian y Col en 18 adultos voluntarios en quienes se les realizo mediciones ultrasonográficas por tres observadores demostró que la longitud renal tuvo la medición mas baja de variación ínter observador con una diferencia de desviación estándar de 4 – 5% y por lo tanto mejor reproducibilidad que la estimación volumétrica renal (12). Igualmente Ablett y Col en 20 adultos sin historia de enfermedad renal se les midió longitud renal por tres operadores experimentados en dos ocasiones separadas y medidas de repetibilidad (variación intraobservador) y reproducibilidad (variación ínter observador) fueron calculados para todas las medidas de longitud renal, indicando los resultados que la medida de longitud renal discrepo menos de 1.85 cm en 95% de los casos y la magnitud de variación fue similar cuando se midió por diferentes ultrasonografistas, sugiriendo que la longitud bipolar renal en adultos normales es razonablemente confiable. (8)

Debe de tomarse en cuenta las variaciones individuales bien establecidas de la longitud renal en relación a la talla, género y edad de los sujetos. En un intento por encontrar dimensiones más exactas, Miletic y Cols. (2) demostraron que la longitud renal relativa (longitud renal en mm / talla en cm) pudiera representar mejor el tamaño renal en comparación con la longitud renal absoluta, debido a que dicha medición toma en cuenta las diferencias por sexo y edad. Sin embargo Akpinar y Col demostraron que si bien el tamaño renal disminuía con el incremento de la edad entre los pacientes ancianos mayores de 60 años, el uso de la longitud renal relativa podría no eliminar las variaciones relacionadas a la edad, genero y altura en este grupo de pacientes y por lo tanto sugiere que la longitud renal absoluta debería de ser usada en la medición renal en este tipo de pacientes geriátricos (11) Actualmente en la literatura solo contamos con mediciones de tamaño renal en países de Asia y Europa así como el estudio de Emamian Col (3) el cual correlaciono edad, sexo y hábito corporal en 665 voluntarios con dimensiones ultrasonográficas, obteniendo una longitud renal media de 11.2 cm en el lado izquierdo y 10.9 cm en el lado derecho, igualmente Miletic Col demostró que con una estatura media de 176 cm en hombres y 167 cm en mujeres tuvieron una longitud absoluta para el riñón izquierdo de 115 mm para hombres versus 110 mm para mujeres y para el riñón derecho 112 mm para hombres y 108 mm para mujeres, mostrando diferencia significativa (2).

Poco se ha escrito sobre la longitud renal y su relación con la función renal en la literatura general. Wilson y Col (15) relacionaron la longitud renal y el aclaramiento de inulina en pacientes pediátricos con riñón único y radiológicamente normal y riñón contralateral no funcionante desde la infancia en edades de 5,10 y 16 años, tomando la

longitud renal como la medida bipolar máxima usando un ultrasonido en tiempo real, en la cual la longitud renal se correlaciono mejor con la área de superficie corporal y el aclaramiento de inulina por superficie de área corporal también se correlacionó positivamente con la longitud renal estandarizada, sugiriendo que el numero de nefronas en estos pacientes pediátricos monorrenos es similar a los que tienen dos riñones ya que estos pacientes monorrenos tienen hipertrofiado su único riñón y la tasa de filtración glomerular es probablemente anormalmente alta en este grupo de pacientes pediátricos.

Es así como surge nuestro interés de querer acuñar el termino de longitud renal total (LRT), que consiste en la suma de ambas longitudes renales y pudiera darnos una mejor idea de la masa renal total y una mayor asociación con la función renal en pacientes adultos y al mismo tiempo, usarse como una medida estándar de tamaño renal.

En vista de la diferencia existente en la longitud renal, la cual depende, entre otros factores de la raza, es necesario entonces, contar con parámetros de referencia en nuestro grupo poblacional.

Justificación

En el contexto mundial el valor del tamaño renal o de su morfología tanto en población pediátrica como adulta, es de mucha importancia para la determinación de su afectación que pueda tener el riñón por enfermedades de novo como también enfermedades sistémicas. Por tanto desde el inicio de la radiología, se ha realizado la valoración del tamaño renal por distintos métodos de imagen, como son los estudios convencionales, la radiografía simple de abdomen y la técnica tradicional de urografía excretora. El ultrasonido es un estudio poco costoso, seguro y relativamente fácil para la determinación del tamaño renal y mas exacto que la urografía excretora.

Hasta la fecha en la literatura internacional solo encontramos estudios con información parcial sobre longitud renal y su correlación con la función renal y medidas antropométricas, como por ejemplo el estudio de Dinamarca de Emamian y colaboradores en la que realizo dimensiones ultrasonográficas de riñón en 665 adultos voluntarios en la que demostró una longitud media de 112 mm, pero no se midió función renal, en la cual según sus autores los participantes pudieron tener una leve o subclínica enfermedad renal. Miletic y colaboradores en su estudio de 1998 de 175 sujetos sanos en los que se les midió creatinina sèrica pero no se calculo función renal ni se correlaciono esta con su longitud renal en la cual la longitud renal izquierda fue de 112 mm y la derecha de 110 mm con una estatura promedio en varones de 176 cm y en mujeres de 167 cm. En los estudios en los que si se ha correlacionado función renal se encuentra el de Burkhardt y col del 2003 pero este estudio se limito únicamente a población geriátrica mayor de 60 años y portadores del antecedente de hipertensión arterial y diabetes mellitas

pero creatinina sèrica menor de 1.3 mg/dl. A diferencia de la población pediàtrica en la que si existe un estudio de Adibi y colaboradores en la que si correlaciono funci3n renal con longitud renal total en un grupo de poblaci3n de 116 ni1os con edades comprendidas entre 1 a 16 a1os y otros estudios que se han realizado en este mismo grupo de poblaci3n pero en pacientes monorrenos (15).

Actualmente no contamos con un estudio en poblaci3n adulta sana que correlacione su funci3n renal y sus diferentes medidas antropomètricas estratificado por grupos de edad y mas aun en un grupo poblacional como el nuestro, tomando en cuenta de la diferencia existente en la longitud renal la cual depende de factores de la raza y la estatura, por lo tanto se hace necesario contar con paràmetros de referencia en nuestro grupo poblacional.

Objetivos:

- Describir los parámetros normales de longitud renal en la población mexicana.
- Correlacionar la longitud renal y las diferentes medidas antropométricas como: peso, índice de masa corporal y talla.
- Determinar mediante ultrasonografía la longitud renal tanto derecha como izquierda y total (la suma de ambas) y correlacionarla con la función renal estimada mediante la fórmula descrita por Cockcroft Gault en diferentes grupos etáreos en población sana.

Materiales y Métodos

Estudio prospectivo observacional que se llevó a cabo durante el periodo de Abril a Julio 2008. Se realizó un rastreo ultrasonográfico en 153 voluntarios sanos, estandarizados en grupos de edades de 20-29, 30-39, 40-49, 50-59, 60-69 y > 70 años. Todos los sujetos voluntarios llenaron las siguientes condiciones de inclusión:

1. Nivel de creatinina sérica ≤ 1.5 mg/dl.
2. Glicemia ≤ 110 mg/dl en pacientes mayores de 40 años o IMC ≥ 30 Kg/mt².
3. Historia de presión arterial dentro de rangos normales según el JNC7.
4. No existencia de enfermedad aguda o crónica que pudiera causar deterioro de la función renal.
5. Apariencia normal de los riñones por ultrasonido (espesor de parénquima renal > 1 cm y relación córticomedular detectable ultrasonograficamente en pacientes jóvenes menores de 70 años).

Se excluyeron pacientes con las siguientes condiciones:

1. Quistes solitarios mayores de 4 cm, enfermedad renal poliquística.
2. Múltiples quistes (> 4).
3. Riñón único.
4. Hidronefrosis.
5. Riñón demasiado alto.
6. Embarazo.
7. Obesidad extrema.
8. Tumores renales.

9. Riñón en herradura.

La altura fue medida en sujetos sin zapatos ni sombrero mediante el uso de un estadiómetro. La altura fue medida mientras el sujeto mantuvo inclinado sus glúteos, hombros y región occipital en contacto con la escala vertical. La cabeza se mantuvo vertical con el meato auditivo externo y borde inferior de la orbita en el mismo plano horizontal. Las mediciones fueron tomadas por un solo observador.

La medición ultrasonográfica fue efectuada por un sólo observador, empleando un equipo TITAN Sonosite de alta resolución, con un transductor convexo de 3.5 MHz. Todos los participantes tuvieron la vejiga vacía antes del examen para evitar un incremento en la longitud renal por hidratación oral (7). La longitud renal fue medida como el diámetro longitudinal más largo, con el paciente en ayuno y en 3 posiciones (supina, supina lateral y prono). Se realizaron para cada riñón tres mediciones, reportándose el diámetro longitudinal mas largo en términos absolutos.

Los resultados se expresan como promedio \pm DS. Las medias de las diferentes variables numéricas se compararon por género empleando una prueba T de Student para muestras independientes. Se efectuó una prueba de asociación entre las diferentes longitudes renales y las variables antropométricas evaluadas, a través del coeficiente de correlación de Pearson. Finalmente, se llevó a cabo una comparación de medias de la

LRTA entre los diferentes grupos etéreos mediante un análisis de varianza de 1 vía, con prueba de Bonferroni como comparación múltiple de medias (post-hoc). Se consideró un valor de $p < 0.05$ como significativo. Se empleó el paquete estadístico SPSS versión 15 para Windows.

Resultados

Se incluyeron 157 sujetos, de los cuales 4 fueron excluidos por presencia de quistes solitarios mayores de 4 cm (2 sujetos), obesidad mórbida (1 sujeto) y un caso con corteza renal muy delgada (< 1 cm). De los 153 individuos evaluados 77 fueron hombres y 76 mujeres, con edad promedio de 46.12 ± 15.44 años (rango de 20 a 79 años). El promedio para las diferentes medidas antropométricas en la población total estudiada (peso, talla e IMC) fue de: 68.87 ± 11.69 Kg, 160 ± 8.62 cm y 26.77 ± 3.82 Kg/m², respectivamente. Igualmente el valor de creatinina sérica fue de 0.86 ± 0.17 mg/dl y la función renal se calculó mediante la fórmula de Cockcroft Gault, con un promedio de 101.5 ± 30.5 ml/min. La longitud renal izquierda en el grupo total fue en promedio de 105.8 ± 7.56 mm y la longitud renal derecha de 104.3 ± 6.45 mm ($p = 0.000$). En cuanto a la longitud renal total la media en toda la población fue de 210.2 ± 12.95 mm (Ver Tabla N° 1).

Al dividir a la población estudiada por género encontramos los siguientes datos: el promedio de peso fue de 73.77 ± 11.29 kg para hombres (rango de 52 a 111 kg) y 63.9 ± 9.90 kg para mujeres (rango de 43.5 a 85 Kg), ($p = 0.00$). La talla fue de 166 ± 6.15 cm para hombres (rango de 155 a 185 cm) y 154.7 ± 5.97 cm para mujeres (rango de 139 a 167 cm), ($p = 0.00$). El valor de creatinina sérica fue de 0.95 ± 0.14 mg/dl para hombres (rango de 0.6 a 1.3 mg/dl) y 0.77 ± 0.14 mg/dl para mujeres (rango de 0.5 a 1.2 mg/dl), ($p =$

0.00). Los promedios de IMC y de función renal calculada por género no mostraron diferencias significativas. (Ver Tabla N° 2)

Tabla N° 1 Características generales de la población

Variable	Grupo total (n = 153)
Mujeres (N y %)	76 (49.7)
Hombres (N y %)	77 (50.3)
Edad (años)	44.12 ± 15.44
Peso (Kg)	68.87 ± 11.69
Talla (cm)	160 ± 8.62
IMC (Kg/m²)	26.77 ± 3.82
CrS (mg/dl)	0.86 ± 0.17
Depuración CrS (ml/min)	101.5 ± 30.5
Long RI (mm)	105.8 ± 7.56
Long RD mm	104.3 ± 6.45
Long RT (mm)	210.2 ± 12.95

Resultados expresados como media ± Desviación estándar, Long RI: Longitud renal izquierda, Long RD: longitud renal derecha, Long RT:Longitud renal total, IMC: índice de masa corporal, CrS: creatinina sérica

Tabla N° 2 Características generales en relación al genero

Variable	Mujeres	Hombres	P Valor
	N = 76 (49.7%)	N = 77 (50.3%)	
Edad (años)	43 ± 15.52	45.14 ± 15.39	N.S.
Peso (Kg)	63.90 ± 9.90	73.77± 11.29	0.00
Talla (cm)	154 ± 5.97	166 ± 6.15	0.00
IMC (Kg/m²)	26.95 ± 4.32	26.6 ± 3.26	N.S.
CrS (mg/dl)	0.77 ± 0.14	0.95 ± 0.14	0.00
Depuración CrS (ml/min)	98.6 ± 30.83	104.3 ± 30.16	N.S.
Long RI (mm)	104.6 ± 7.96	107.16 ± 6.97	0.036
Long RD (mm)	102.99 ± 6.85	105.74 ± 5.74	0.008
Long RT (mm)	207.59 ± 13.98	212.90 ± 11.33	0.011

Resultados expresados como media ± Desviación estándar.

Long RI: Longitud renal izquierda, Long RD: longitud renal derecha, Long RT: Longitud renal total,

IMC: índice de masa corporal, CrS: creatinina sérica

P < 0.05 fue considerado significativo

La media de la longitud renal izquierda (LRI) en hombres fue de 107.16 ± 6.97 mm (rango de 90 a 121 mm) y en mujeres de 104.6 ± 7.96 mm (rango de 88 a 122 mm), ($p = 0.036$). La media de la longitud renal derecha (LRD) en hombres fue de 105.74 ± 5.74 mm (rango de 93 a 120 mm) y en mujeres de 102.99 ± 6.85 mm (rango de 89 a 120 mm), ($p = 0.008$). En lo que respecta a la longitud renal total (LRT), la media en hombres fue de 212.90 ± 11.33 mm (rango de 182.5 a 237.1 mm) y en mujeres de 207.59 ± 13.98 mm (rango de 180.1 a 242 mm), ($p = 0.011$). (Ver tabla N° 2).

Al dividir la población total estudiada de acuerdo a grupos etarios (grupo 1: 20-29 años, grupo 2: 30-39 años, grupo 3: 40-49 años, grupo 4: 50-59 años, grupo 5: 60-69 años y grupo 6: 70-79 años) y comparar las diferentes variables numéricas, se encontró lo siguiente:

El valor de creatinina sérica mostró los siguientes valores por grupo: 0.82 ± 0.17 mg/dl (rango de 0.5 a 1.2 mg/dl), 0.81 ± 0.16 mg/dl (rango de 0.59 a 1.2 mg/dl), 0.84 ± 0.15 mg/dl (rango de 0.53 a 1.2 mg/dl), 0.92 ± 0.15 mg/dl (rango de 0.55 a 1.2 mg/dl), 0.93 ± 0.16 mg/dl (rango de 0.63 a 1.3 mg/dl) y 0.95 ± 0.19 mg/dl (rango de 0.79 a 1.3 mg/dl), para grupos 1 a 6 respectivamente, encontrándose diferencia significativa para grupo 1 versus grupo 4 y 5 ($p < 0.05$) y significancia limítrofe en grupo 1 vrs grupo 6 ($p = 0.068$) (Tabla 3 y figura 1).

En cuanto a la depuración de creatinina (Cockcroft Gault) mostró los siguientes valores por grupo: 127.8 ± 26 ml/min (rango de 79 a 209 ml/min), 112.3 ± 21.1 ml/min (rango de 69 a 177 ml/min), 103.4 ± 24.6 ml/min (rango de 62 a 154 ml/min), 86.8 ± 17 ml/min (rango de 50 a 113 ml/min), 68.8 ± 16 ml/min (rango de 42 a 93 ml/min) y 58.5 ± 13 ml/min (rango de 33 a 75 ml/min) para grupos 1 a 6 respectivamente, los cuales

fueron significativamente diferentes al comparar entre los diferentes grupos ($p < 0.05$)
(Tabla 3 y figura 2).

Tabla N° 3 Distribución de la función y longitud renal de acuerdo a grupos etáreos (años)

Variables	Grupo 1 20-29 (años) n = 32	Grupo 2 30-39 (años) n = 34	Grupo 3 40-49 (años) n = 35	Grupo 4 50-59 (años) n = 24	Grupo 5 60-69 (años) n = 17	Grupo 6 70-79 (años) n = 11	Total n = 153
Cr S <i>mg/dl</i>	0.82 ± 0.17 ^a	0.81 ± 0.16	0.84 ± 0.15	0.92 ± 0.15	0.93 ± 0.16	0.95 ± 0.19 ¶	0.86 ± 0.17
Depuración Cr	127.8 ± 26 ^α	112.3 ± 21.1 [†]	103.4 ± 24.6 [‡]	86.8 ± 17 ^{&}	68.8 ± 16 [*]	58.5 ± 13 ^{**}	101.5 ± 30.
Long RI (<i>mm</i>)	106 ± 6.53	106.9 ± 6.20	107.6 ± 8.3	106. ± 6.9	102.9 ± 8	99 ± 7.92 ^{***}	105.8 ± 7.56
Rango	(95-119)	(93-119)	(91-122)	(92-120)	(88-116)	(89-118)	(88-122)
Long RD (<i>mm</i>)	103 ± 6.06	105 ± 5.57	105.88 ± 7	106 ± 6.0	102. ± 6.5	100 ± 6.93	104 ± 6.54
Rango	(92-120)	(94-116)	(90-120)	(95-116)	(92-114)	(89-110)	(89-120)
Long RT (<i>mm</i>)	209 ± 11.6	212 ± 10.6	213 ± 13.9	212 ± 11.7	205 ± 14.8	199 ± 13 ^λ	210 ± 12.9
Rango	(188-237)	(188-231)	(181-242)	(190-231)	(180-229)	(180-228)	(180-242)

Depuración de creatinina por Cockcroft Gault ml/min, Long RI: Longitud renal izquierda, Long RD: longitud renal derecha, Long RT : longitud renal total

^a Diferencia significativa entre el grupo 1 versus los grupos 4 y 5 con una $p < 0.05$

¶ Diferencia significativa limitrofe entre el grupo 1 versus grupo 6 con una $p = 0.068$

^α Diferencia significativa entre el grupo 1 versus los grupos 3, 4, 5 y 6 con una $p < 0.05$

[†] Diferencia significativa entre el grupo 2 versus los grupos 4, 5 y 6 con una $p < 0.05$

[‡] Diferencia significativa entre el grupo 3 versus los grupos 1, 5 y 6 con una $p < 0.05$

[&] Diferencia significativa entre el grupo 4 versus los grupos 1, 2 y 6 con una $p < 0.05$

^{*} Diferencia significativa entre el grupo 5 versus los grupos 1, 2 y 3 con una $p < 0.05$

^{**} Diferencia significativa entre el grupo 6 versus los grupos 1, 2, 3, 4 y 5 con una $p < 0.05$

^{***} Diferencia significativa entre el grupo 6 versus los grupos 2 y 3 con una $p < 0.05$

^λ Diferencia significativa entre el grupo 6 versus los grupos 2, 3 y 4 con una $p < 0.05$

Figura N° 1 Creatinina sérica promedio en relación a grupos etáreos

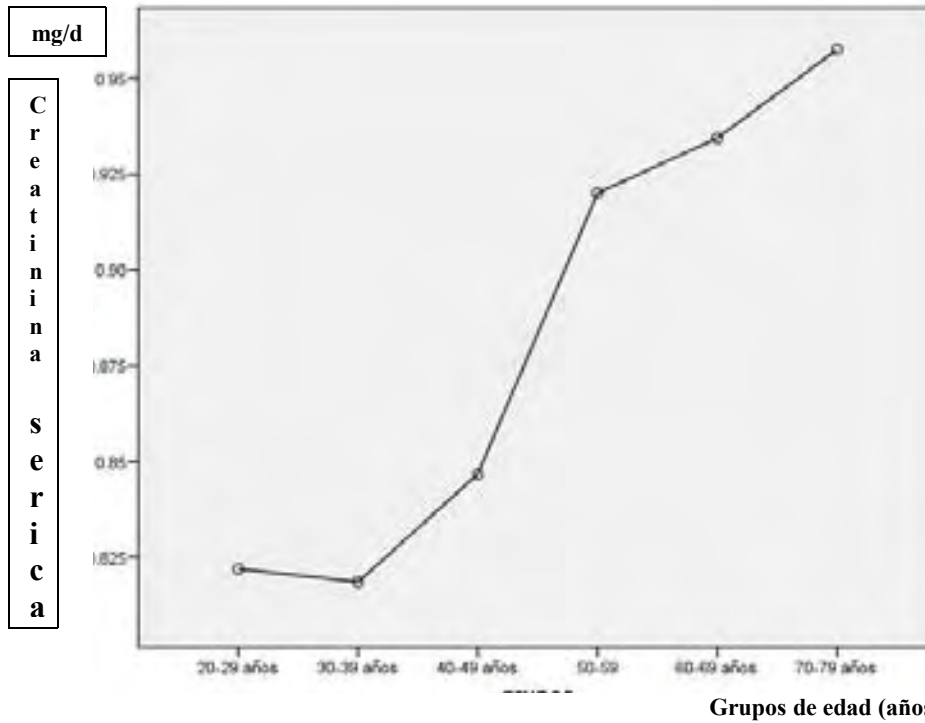
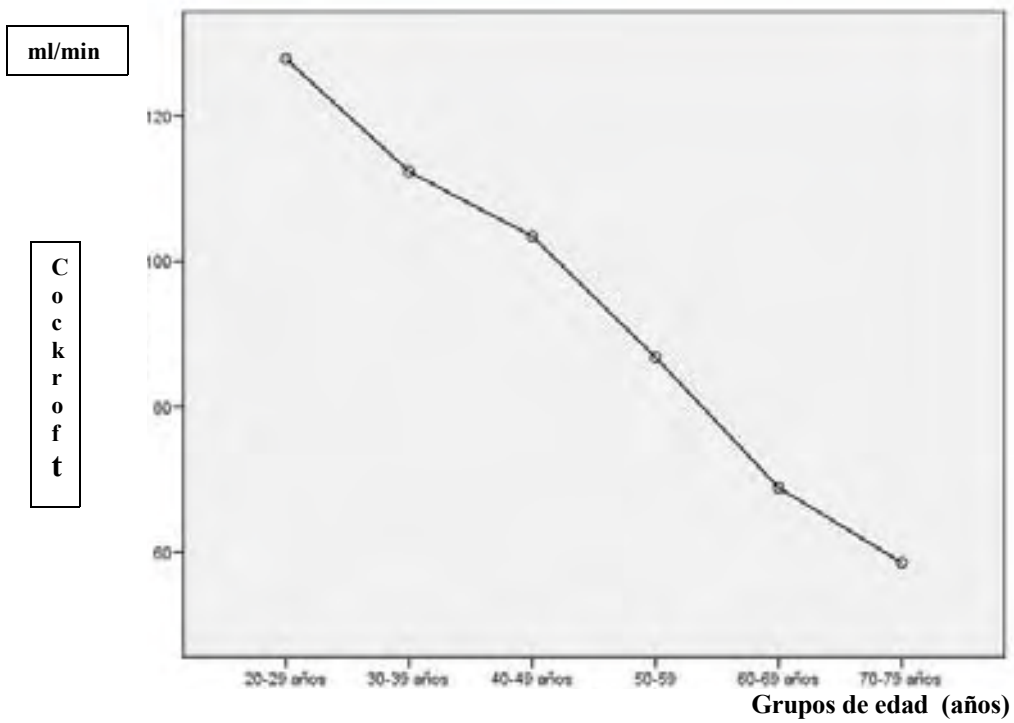


Figura N° 2 Cockcroft promedio en relación a grupos de edad



Respecto a la longitud renal izquierda se encontraron las siguientes medidas por grupo: 106 ± 6.53 mm (rango de 95 a 119 mm), 106.9 ± 6.20 mm (rango de 93 a 119 mm), 107.6 ± 8.3 mm (rango de 91 a 122 mm), 106 ± 6.9 mm (rango de 92 a 120 mm), 102.9 ± 8 mm (rango de 88 a 116 mm), 99 ± 7.92 mm (rango de 89 a 118 mm), para grupos 1 a 6 respectivamente, significativamente diferentes para el grupo 6 versus los grupos 2 y 3 ($p < 0.05$), (Tabla 3).

En lo que se refiere a la LRD se encontraron las siguientes medidas por grupo: 103 ± 6.06 mm (rango de 92 a 120 mm), 105 ± 5.57 mm (rango de 94 a 116 mm), 105.8 ± 7 mm (rango de 90 a 120 mm), 106 ± 6.0 mm (rango de 95 a 116 mm), $102. \pm 6.5$ mm (rango de 92 a 114 mm), 100 ± 6.93 mm (rango de 89 a 110 mm), para grupos 1 a 6 respectivamente, los cuales no fueron significativamente diferentes (p NS), (Tabla 3).

Finalmente la LRT mostró las siguientes medidas por grupo: 209 ± 11.6 mm (rango de 188.9 a 237 mm), 212 ± 10.6 mm (rango de 188 a 231 mm), 213 ± 13.9 mm (rango de 181 a 242 mm), 212 ± 11.7 (rango de 190 a 231 mm), 205 ± 14.8 mm (rango de 180 a 229 mm), 199 ± 13 mm (rango de 180.9 a 228 mm), para grupos 1 a 6 respectivamente y significativamente diferentes para el grupo 6 versus los grupos 2, 3 y 4 ($p < 0.05$) (Tabla 3 y figura 3).

La prueba de asociación efectuada mediante el coeficiente de correlación de Pearson, mostró una correlación significativa positiva entre la LRT y la depuración de creatinina, el peso, la talla y el IMC ($r=0.463$ $p=0.000$, $r=0.551$ $p=0.000$, $r=0.296$ $p=0.000$ y $r=0.419$ $p=0.000$, respectivamente). Igual correlación se observó para LRI y LRD. (Ver Tabla N° 4 y Figura 4, 5,6 y 7).

Figura N° 3 Longitud renal total promedio por grupos etarios

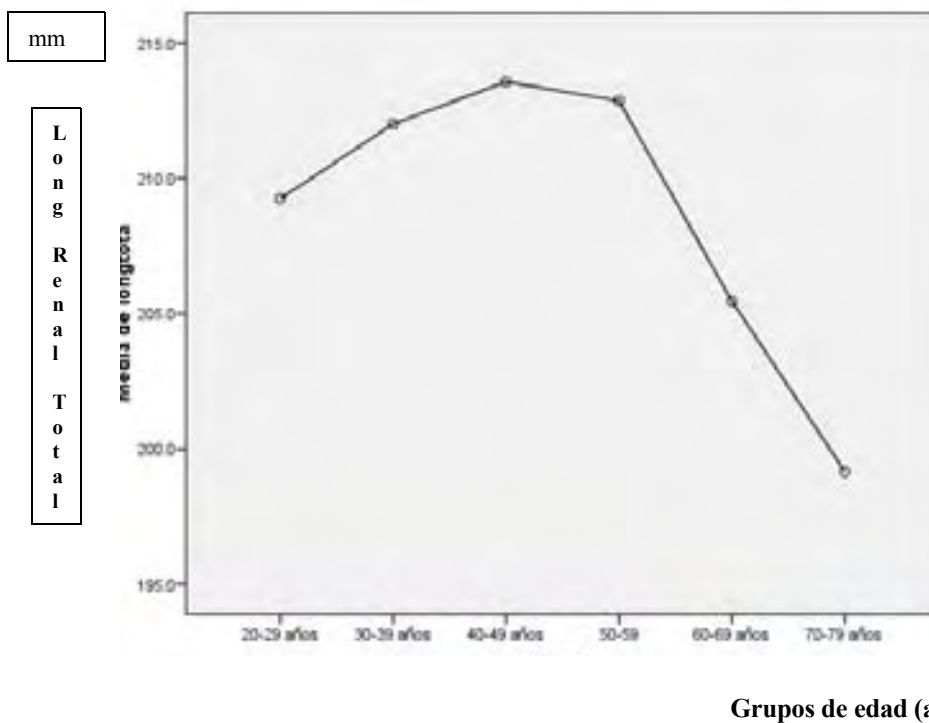


Tabla N° 4 Correlación de Medidas Antropométricas, creatinina serica, función y Longitud Renal Total

	Edad	Peso	Talla	IMC	Cr S	Cockroft
Creatinina sérica (r)	-0.301**	0.264**	0.438**	-0.034	1	-0.499**
Sig. (2-tailed)	0.000	0.002	0.000	0.695		0.000
Cockcroft Gault (r)	-0.695**	0.501**	0.298**	0.372**	-0.499**	1
Sig. (2-tailed)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Long RI (r)	-0.203*	0.516**	0.260**	0.408**	-0.125	0.515**
Sig. (2-tailed)	0.012	0.000	0.001	0.000	0.147	0.000
Long RD (r)	-0.62	0.501**	0.289**	0.363**	-0.012	0.328**
Sig. (2-tailed)	0.450	0.000	0.000	0.000	0.893	0.000
Long RT (r)	-0.149	0.551**	0.296**	0.419**	-0.079	0.463**
Sig. (2-tailed)	0.065	0.000	0.000	0.000	0.363	0.000

** La correlación es significativa al nivel de 0.01 (2-tailed)

* La correlación es significativa a nivel de 0.05 (2-tailed)

Figura N° 4 Relación de peso y longitud renal total

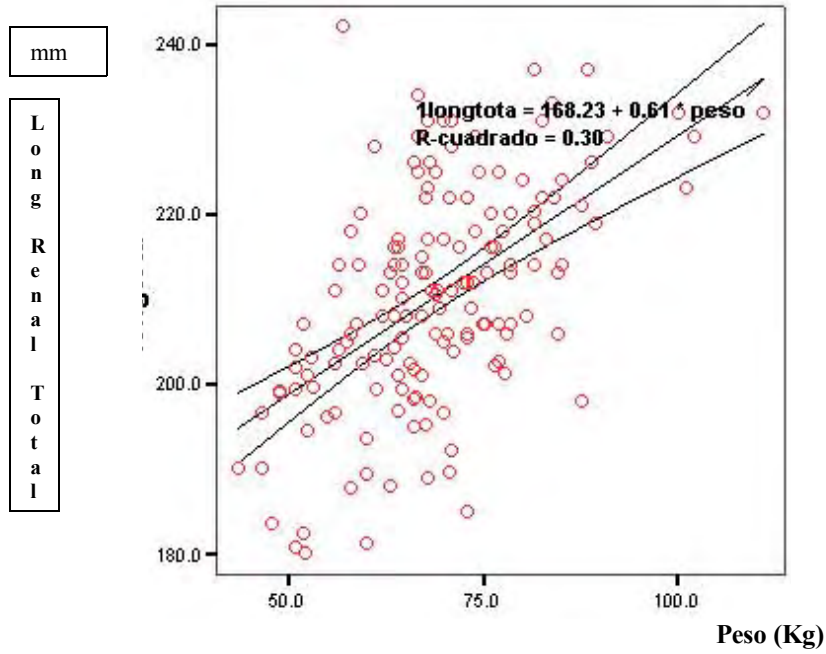


Figura N° 5 Relación de Cockcroft Gault y longitud renal total

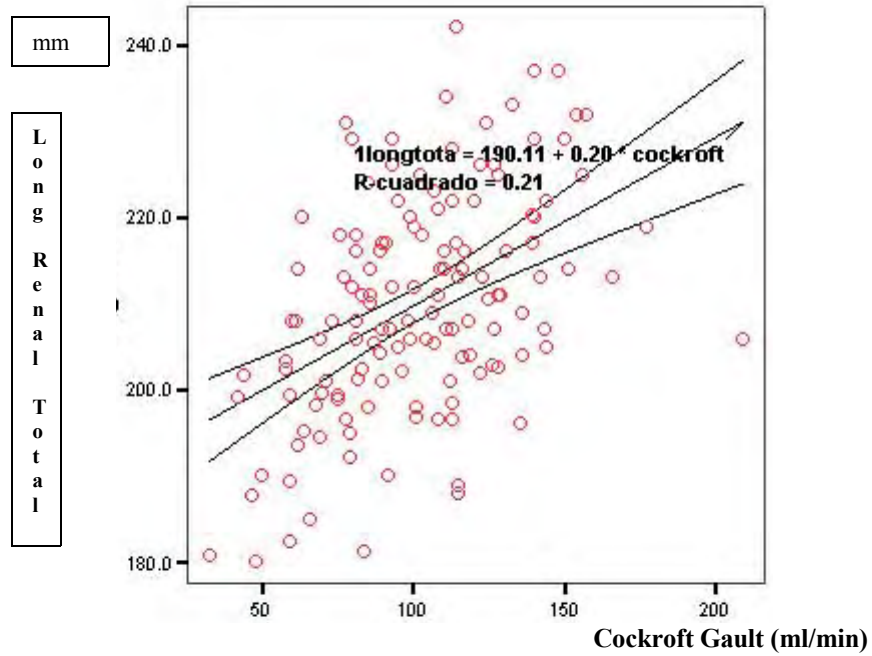


Figura N° 6 Relación de índice masa corporal (IMC) y longitud renal total

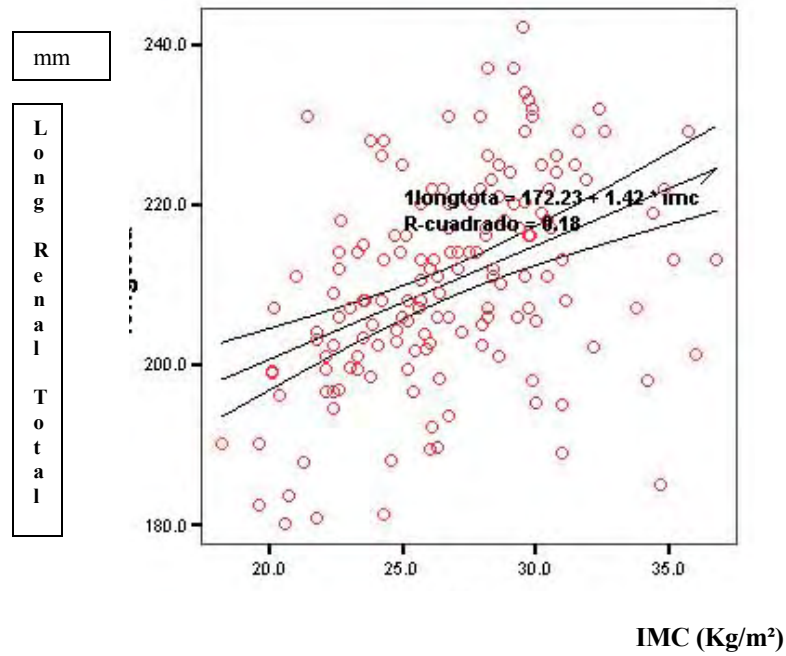
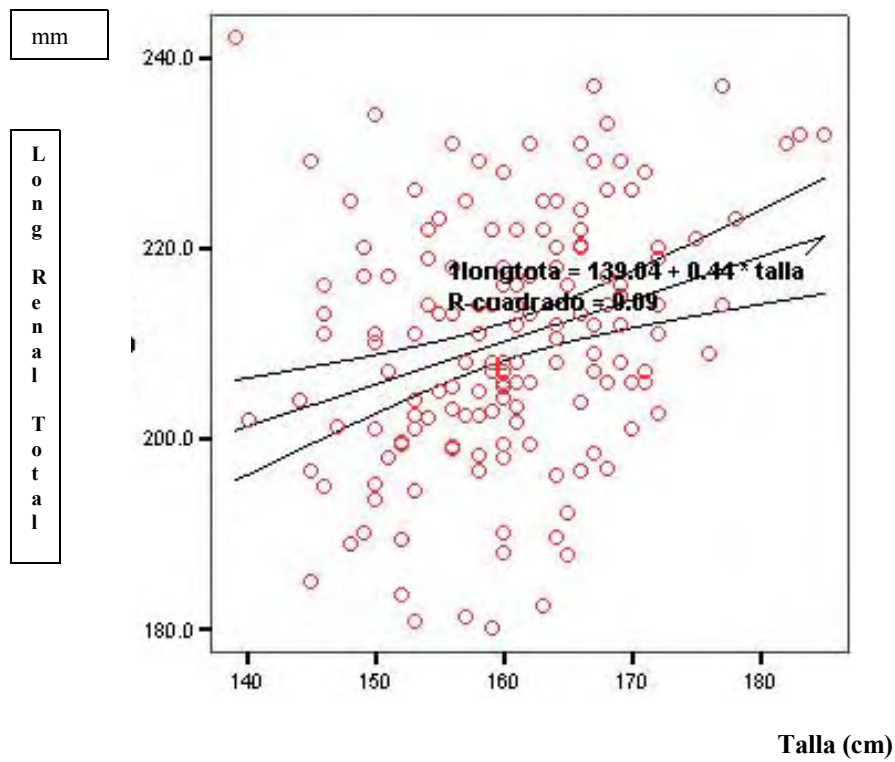


Figura N° 7 Relación de talla y longitud renal total



Discusión.

La longitud y volumen renal son importantes parámetros en el escenario clínico y en particular la medición de la longitud renal tiene más valor en adultos debido a su reproducibilidad y exactitud (17,18). Hasta nuestro conocimiento poco se ha escrito acerca de la asociación entre la longitud renal medida por ultrasonografía y la función renal calculada .

En este estudio nosotros detectamos una diferencia significativa en el peso, talla y el valor sérico de creatinina al efectuar comparaciones por género ($p = 0.00$). Nuestro estudio también confirmó diferencias relacionadas al sexo, demostrando que la longitud de ambos riñones, así como la longitud total (la suma de ambos) fueron significativamente mayores en hombres que en mujeres. Datos similares han sido reportados en estudios anteriores (2, 3), a diferencia de la población pediátrica, en la que en general no se han mostrado diferencias significativas en la longitud de ambos riñones, lo cual probablemente este en relación con los tamaños muestrales y el poder de cada estudio (19).

La depuración de creatinina calculada con la fórmula de Cockcroft no mostró diferencia significativa en cuanto a genero en la población general, aunque algunos estudios sugieren una predisposición hacia un descenso mas lento en las mujeres, sin embargo el rol del genero con descenso de la TFG principalmente en población anciana no es del todo todavía claro (26). Pero si se demostró una diferencia significativa entre grupos etarios en la

población total ($p = 0.00$), con una clara tendencia al deterioro a mayor edad. Cambios en la tasa de filtrado glomerular (TFG) pueden ser esperados con el envejecimiento renal. Factores como la raza por ejemplo los ancianos de descendencia Afro Americana y los de descendencia Japonesa al compararlos con los blancos presentan una mayor pérdida de TFG (26, 28, 29). El género, la variación genética y factores de riesgo subyacentes para enfermedad renal pueden también contribuir a una disminución en la TFG en los ancianos (22, 26). Igualmente estudios longitudinales en ancianos sanos indica que un tercio de los individuos tiene un pequeño cambio funcional en el aclaramiento de creatinina sérica, mientras que dos tercios muestran un descenso de la función (35)

El aclaramiento de creatinina desciende $0.8 \text{ ml/min/1.73 m}^2$ por año entre las edades de 40 a 80 años en sujetos ancianos sanos (23, 26). Desafortunadamente a la fecha no se dispone de un examen de laboratorio para evaluar de forma precisa la tasa de filtrado glomerular (TFG), y en particular en pacientes de edad avanzada, la medición de la función renal sigue siendo un desafío, ya que la fórmula de Cockcroft puede dar un cálculo impreciso, debido a que la generación de creatinina disminuye con la edad debido básicamente a la disminución de la masa muscular en personas de edad avanzada, lo anterior resultando en una subestimación o sobreestimación de la función renal (16, 24, 25, 26, 27) de igual manera similar en personas obesas y/o desnutridas (27). En forma similar a nuestros resultados, otros estudios han demostrado una correlación significativa positiva entre diferentes mediciones ultrasonográficas renales (longitudes, volumen renal total y volumen de parénquima renal) y la función renal calculada, siendo dicha asociación mayor al usar la longitud renal, ya sea en forma individual (izquierda o derecha) o bien total, tanto en población adulta (16), así como en grupos pediátricos (17,21).

El análisis mediante una curva ROC (receiver operating characteristic curve) reveló una pobre eficacia diagnóstica de los diferentes parámetros ultrasonográficos evaluados (áreas bajo la curva < 0.50 , $p=NS$).

En nuestro estudio una disminución de las tres longitudes renales (LRI, LRD y LRT) se encontró a partir de los 60 años, sin embargo fue significativa a partir de los 70 años principalmente para la LRI y la LRT ($p < 0.05$), mientras las longitudes renales en los sujetos entre 20 a 59 años se mantuvieron relativamente homogéneas, por lo que parece que la longitud renal disminuye continuamente con la edad y que la tasa de descenso se acelera así, como incrementa la edad, especialmente después de los 60 años, pero con presencia de significancia después de los 70 años ($p < 0.05$). Este último resultado fue similar al reportado por Emamian y Col en la que demostró que tanto la longitud renal y volumen renal en voluntarios de 30 a 60 años tuvieron ligeras diferencias, pero si una clara disminución de ambos parámetros a partir de los 70 años (3).

En este sentido se conocen bien los cambios en la forma y la estructura renal con el envejecimiento de los seres humanos, en la que existe una disminución de la masa renal, así como el peso y tamaño (30). Estudios post mortem muestran que el peso del riñón es de 250 a 270 grs en adultos jóvenes y estos disminuyen con el paso de los años a 200 grs por la novena década de la vida (26). Factores como gloméruloesclerosis y fibrosis túbulointersticial pudieran conducir a una disminución del tamaño y peso renal, ya que datos histológicos revelan una disminución del número de glomérulos corticales en 30 a 50% a la edad de 70 años, además de encontrarse pérdida de la lobulación glomerular, incremento del volumen mesangial y colapso glomerular, como también engrosamiento de

la intima y hialinosis tanto de arterias y arteriolas (31, 32, 33). Esto último también puede ser explicado por una disminución de la concentración del factor de crecimiento endotelial vascular proangiogenico como también un incremento en la expresión del factor antiangiogenico, trombospondina 1 como se ha demostrado en ratas ancianas. Entre otros factores asociados como potencial moduladores en la fibrosis renal se han mencionado la angiotensina II, factor de crecimiento transformador B (TGF-B), alteración de la expresión de oxido nítrico (NO), productos finales de glicocilación avanzada (AGE), estrés oxidativo y lípidos, son evidentes en el riñón de animales ancianos, pudiendo ser objetivos para modular la progresión en la esclerosis y disminución del tamaño renal (26).

La disminución de la longitud renal a los 60 años y la significancia estadística después de los 70 años fue más significativa para la LRT seguida por la LRI, no así la LRD que no mostró significancia estadística entre los grupos etáreos en nuestro estudio. A diferencia de Miletic (2) que demostró una disminución del tamaño renal en longitudes individuales (izquierda y derecha) a partir de los 60 años de forma significativa y altamente significativa a partir > 70 años. Esta diferencia se pudiera explicar en que el lado derecho el hígado es mas grande que el bazo en el lado izquierdo y por lo tanto la existencia de menos espacio para crecer longitudinalmente el riñón de ese mismo lado, otro factor es la estatura, en nuestros pacientes fueron aproximadamente 10 cm menos para ambos sexos al comparar con los europeos (2), que igualmente limita un crecimiento longitudinal libre del riñón a ambos lados.

También las tres longitudes renales se correlacionaron de forma positiva e importante con el peso, cockroft, IMC y de una forma débil pero significativa con la talla, siendo la

medida mas representativa la LRT. En cuanto la TFG calculada por Cockcroft la correlación más significativa se encontró con la LRI seguida por la LRT.

A diferencia de nuestro estudio, al comparar con los pocos estudios existentes en adultos. Estos han correlacionado la longitud renal de forma más significativa y positiva con la talla que con el peso o IMC (2,3). En la población pediátrica se ha encontrado una mayor asociación de longitud renal con la TFG con inulina (17) y área de superficie corporal (21)

Conclusiones

El riñón izquierdo fue significativamente más grande que el derecho en la población general con 105.8 ± 7.56 mm y 104.3 ± 6.45 mm respectivamente. En cuanto a la longitud renal total la media en toda la población fue de 210.2 ± 12.95 mm y ambas longitudes renales fueron significativamente más grandes en los hombres que en las mujeres y el tamaño de nuestros riñones al igual que la talla en nuestra población fue mas pequeña que las medidas europeas de los estudios citados anteriormente. En el grupo etáreo entre 20 - 59 años la longitud renal fue relativamente homogénea para la LRT seguida para la LRI , no así LRD que se mantuvo homogénea en todos los grupos etáreos. La longitud renal disminuyó continuamente con la edad especialmente después de los 60 años pero de forma significativa por arriba de 70 años. De las variables numéricas la que más se correlacionó con la longitud renal por significancia estadística fueron: el peso, medición calculada por Cockcroft, IMC y en último lugar la talla.

La longitud renal por ultrasonografía no puede remplazar o complementar la estimación por Cockcroft con el fin de detectar de forma temprana una función renal reducida en la población general.

Bibliografia

1. - O'Neil WC: Sonographic evaluation of renal failure. *Am J Kid Dis* 2000; 35: 1021-1038
- 2.-Miletic D, Fuckar Z, Sustic A, Mozetic V, Stimac D,Zauhar G: Sonographic measurement of absolute and relative renal length in adults. *J Clin Ultrasound*. 1998; 26:185-189.
3. - Emamian SA, Nielsen MB, Pedersen JF, et al: Kidney dimensions at sonography: correlation with age, sex, and habitus in 665 adult volunteers. *AJR Am J Roentgenol* 1993; 160:83.
4. - Hekmatnia A, yaraghi M. Sonographic Measurement of Absolute and Relative Renal Length in Healthy Isfahani Adults. *Journal of Research in Medical Sciences* 2004; 2: 1-4.
5. - Widjaja E, Oxtoby J, Hale T, Jones P, Harden P, McCall W. Ultrasound measured renal length versus low dose CT volume in predicting single kidney glomerular filtration rate. *The British Journal of radiology*, September (77); 2004: 759-764
6. - Yong Kang K, Joon Lee Y, Chul Park S, Woo Yang C, Soo Kim Y, Sung Moom I, Bok Koh Y, Kee Bang B, Soon Choi B. A comparative study of methods of estimating kidney length in kidney transplantation donors. *Nephrol Dial Transplant*. 2007, p1-6.
- 7.- Kantarci F, Mihmanli I, Adaleti I, Ozer H, Gulsen F, Kadioglu A, Altug A, Uysal O: The effect of fluid on renal length measurement in adults: *Journal of Clinical Ultrasound*. 2006; 34 (3): 128-133

8. - Ablett MJ, Coulthard A, Lee RE, et al: How reliable are ultrasound measurements of renal length in adults? *Br J Radiol* 1995; 68:1087.
9. Behan M, Kazam E: The echographic characteristics of fatty tissues and tumors. *Radiology*. 1978; 129:143-151
10. Schrier Robert. Diseases of the kidney and urinary tract. 8 ed, Vol 1. Lippincott Williams & Wilkins, 2007.
- 11.- Akpınar IN, Altun E, Avcu S, Tuney D, Ekinci G, Biren T, Sonographic measurement of kidney size geriatric patients. *J Clin Ultrasound*, 2003 ;;31(6):315-8
- 12.- Emanan SA, Nielsen MB, Pedersen JF, Intraobserver and interobserver variations in sonographic measurements of kidney size in adults volunteers. A comparison of linear measurements and volumetric estimates. *Acta Radiol* 1995: 36 (4) 399-401.
- 13.- Rosi P, Del Zingaro M, Porena M, Ultrasound anatomy and normal ECD of the kidney. *Arch Ital Urol Androl*. 2005 ; 77 (1): 79-83.
- 14.- Marchal G, Verbeken E, Oyen R, Moerman F, Baert AI, Lauweryns J. Ultrasound of normal kidney: a sonographic, anatomic and histologic correlation. *Ultrasound Med Biol*. 1986 : 12 (12): 999-1009.
- 15.- Wilson BE, Davies P, Shah K, Wong W, Taylor CM. Renal length and inulin clearance in the radiologically normal single kidney. *Pediatr Nephrol*. 2003; 18 (11): 1147-51.
- 16.- Burkhardt H, Hahn T, Gladisch R. Is kidney size a useful predictor of renal function in the elderly?. *Clin Nephrol*, 2003; 59 (6): 415-22
- 17.- Adibi, Khosravi. Do kidney sizes in ultrasonography correlate to glomerular filtration rate in healthy children?. *Australasian Radiology*, Dec 2007; 51(6): 555-595

- 18.- Van Den Noortgate N, Velghe A, Petrovic M et al. The role of ultrasonography in the assessment of renal function in the elderly. *J Nephrol* 2003; 16: 658-62
- 19.- Ece A, Gözü A, Bükte Y, Tutanc M, Kocamaz H. The effect of malnutrition on kidney size in children. *Pediatr Nephrol.* 2007; 22(6): 857-63
- 20.-Cockcroft DW, Gault MH . Prediction of creatinine clearance from serum creatinine. *Nephron* 1976; 16: 31-41
- 21.- Wilson BE, Davies P, Shah K, Wong W, Taylor CM. Renal length and inulin in the radiologically single kidney. *Pediatr Nephrol.* 2003; 18(11): 1147-51.
- 22.- Verhave JC, Fesler P, du Cailar G, et al: Elevated pulse pressure is associated with low renal function in elderly patients with isolated systolic hypertension. *Hypertension* 2005; 45:586-591.
- 23.- Rowe JW, Shock NW, DeFronzo RA: The influence of age on the renal response to water deprivation in man. *Nephron* 1976; 17:270-278.
- 24.- Coresh J, Astor BC, Greene T, et al: Prevalence of chronic kidney disease and decreased kidney function in the adult US population: Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Am J Kidney Dis* 2003; 41:1-12.
- 25.- Lew SW, Bosch JP: Effect of diet on creatinine clearance and excretion in young and elderly healthy subjects and in patients with renal disease. *J Am Soc Nephrol* 1991; 2: 856-865.
- 26.- Brenner and Rector's The Kidney. 8th ed. Philadelphia, Pa: Saunders; 2008. P 686
- 27.- Johnson and Feehally. Comprehensive Clinical Nephrology. 2 nd edition. Philadelphia. Mosby; 2003. P 29.

- 28.- Luft FC, Fineberg NS, Miller JZ, et al: The effects of age, race and heredity on glomerular filtration rate following volume expansion and contraction in normal man. *Am J Med Sci* 1980; 279:15-24.
- 29.- Tauchi H, Tsuboi K, Okutomi J: Age changes in the human kidney of the different races. *Gerontologia* 1971; 17:87-97.
- 30.- Gourtsoyiannis N, Prassopoulos P, Cavouras D, Pantelidis N: The thickness of the renal parenchyma decreases with age: A CT study of 360 patients. *AJR Am J Roentgenol* 1990; 155:541-544.
- 31.- Tracy RE, Berenson G, Wattigney W, Barrett TJ: The evolution of benign arterionephrosclerosis from age 6 to 70 years. *Am J Pathol* 1990; 136:429-439.
- 32.- Melk A, Halloran PF: Cell senescence and its implications for nephrology. *J Am Soc Nephrol* 2001; 12:385-393.
- 33.- Hill GS, Heudes D, Bariety J: Morphometric study of arterioles and glomeruli in the aging kidney suggests focal loss of autoregulation. *Kidney Int* 2003; 63:1027-1036.
- 34.- Kang DH, Anderson S, Kim YG, et al: Impaired angiogenesis in the aging kidney: vascular endothelial growth factor and thrombospondin-1 in renal disease. *Am J Kidney Dis* 2001; 37:601-611.
- 35.- Lindeman RD, Tobin J, Shock NW: Longitudinal studies on the rate of decline in renal function with age. *J Am Geriatr Soc* 1985; 33:278-285.
- 36.- National Kidney Foundation: K/DOQI clinical practice guidelines for chronic kidney disease: Evaluation, classification and stratification. *Am J Kidney Dis* 2002; 39(suppl 1):S1-S266.

- 37.- Hoang K, Tan JC, Derby G, et al: Determinants of glomerular hypofiltration in aging humans. *Kidney Int* 2003; 64:1417-1424
- 38.- Fox CS, Larson MG, Leip EP, et al: Predictors of new-onset kidney disease in a community-based population. *JAMA* 2004; 291:844-850.
- 39.- Hsu CC, Kao WH, Coresh J, et al: Apolipoprotein E and progression of chronic kidney disease. *JAMA* 2005; 293:2892-2899.
- 40.- Coresh J, Byrd-Holt D, Astor BC, et al: Chronic kidney disease awareness, prevalence, and trends among U.S. adults, 1999 to 2000. *J Am Soc Nephrol* 2005; 16(1):180-188.
- 41.- McClellan W, Warnock DG, McClure L, et al: Racial differences in the prevalence of chronic kidney disease among participants in the Reasons for Geographic and Racial Differences in Stroke (REGARDS) cohort study. *J Am Soc Nephrol* 2006; 17:1710-1715.
- 42.- de Lusignan S, Chan T, Stevens P, et al: Identifying patients with chronic kidney disease from general practice computer records. *Fam Pract* 2005; 22:234-241
- 43.- Tanaka H, Shiohira Y, Uezu Y, et al: Metabolic syndrome and chronic kidney disease in Okinawa, Japan. *Kidney Int* 2006; 69:369-374.
- 44.- Gilbertson DT, Liu J, Xue JL, et al: Projecting the number of patients with end-stage renal disease in the United States to the year 2015. *J Am Soc Nephrol* 2005; 16:3736-3741.
- 45.- Tarver-Carr ME, Powe NR, Eberhardt MS, et al: Excess risk of chronic kidney disease among African-American versus white subjects in the United States: A population-based study of potential explanatory factors. *J Am Soc Nephrol* 2002; 13:2363-2370
- 46.- Muntner P, He J, Hamm L, et al: Renal insufficiency and subsequent death resulting from cardiovascular disease in the United States. *J Am Soc Nephrol* 2002; 13(3):745-753.

47.- Hirsch S. Preventing end-stage renal disease: flexible strategies to overcome obstacles.

Curr Opin Nephrol Hypertens. 2006 Sep; 15(4): 473-80p.

48.- Ramchandani P, Jones L, Langer J, Torigian D, Perini R, Chaintanya D. Renal

Imaging. Nephrology Self- Assessment Program, 2008; 7(4): 223 – 230p