

Identificación de lesiones

ocupantes de espacio en imágenes médicas del riñón: Una revisión

Space-occupying lesions identification in medical imaging of the kidney: A review

Frank Saenz, MSc¹, Miguel Vera, MSc, PhD², Raúl Rodríguez, MSc, PhD¹,

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Simón Bolívar, Cúcuta, 540004, Colombia

²Facultad de Ciencias Básicas y Biomédicas, Universidad Simón Bolívar, Cúcuta, 540004, Colombia

*E-mail de correspondencia: fsaenz1@unisimonbolivar.edu.co

Received/Recibido: 07/28/2020 Accepted/Aceptado: 08/15/2020 Published/Publicado: 10/09/2020 DOI: 10.5281/zenodo.4407983

Resumen

La tecnología existente para el reconocimiento automático de imágenes ha impactado el campo de la medicina apoyando, en forma cada vez más confiable, los diagnósticos que los profesionales médicos realizan de forma manual. En el caso de la detección de lesiones ocupantes de espacio (LOE) renales, se han desarrollado muchos estudios que aplican diferentes técnicas para la segmentación de imágenes del riñón, y que han generado nuevos modelos propuestos que aportan al fortalecimiento del trabajo que se viene realizando en el reconocimiento de imágenes médicas de forma automática. El presente artículo hace una descripción de los diversos avances que se han reportado en la literatura científica con respecto a la segmentación del riñón y de sus LOE en imágenes médicas de diferentes fuentes como tomografía computarizada, resonancia magnética y ultrasonido. En ese sentido, se realizó una revisión sistemática de los artículos publicados, validando el nivel científico y el medio donde se publicó a través de la plataforma Scimago Journal & Country Rank, seleccionando fechas de publicación desde el año 2005 en adelante. Las palabras claves para realizar búsqueda fueron «Kidney Tumor», «Kidney Cancer», «Kidney Segmentation», «Renal Cell Carcinoma», «Renal Tumors», «Renal Cysts», «Automatic Segmentation Kidney». Este artículo brinda un panorama del trabajo que viene desarrollando la comunidad académica y científica con respecto al reconocimiento automático de tumores renales y el avance en el desarrollo de modelos más avanzados que ofrecen un nivel más alto de sensibilidad, especificidad y precisión en la detección de enfermedades del referido órgano, particularmente, en imágenes médicas.

Palabras clave: Riñón; tumor renal; imágenes médicas; resonancia magnética; ultrasonido; tomografía computarizada.

Abstract

Existing technology for automatic image recognition has impacted the medicine field by supporting, in an increasingly reliable way, the diagnoses that clinicians perform manually. In the space-occupying renal lesions (SORL) detection cases, many studies have been developed that apply different techniques for kidney segmentation and they have generated new models that contribute to the strengthening of the work that has been carried out in the recognition of medical images automatically. This article describes several advances that have been reported in the scientific literature regarding kidney segmentation and it's SORL in medical images from different sources such as computed tomography, magnetic resonance imaging, and ultrasound. In this sense, a systematic review of the published articles was carried out, validating the scientific level and the medium where it was published through the Scimago Journal & Country Rank platform, selecting publication dates from 2005 onwards. The keywords to search were "Kidney Tumor", "Kidney Cancer", "Kidney Segmentation", "Renal Cell Carcinoma", "Renal Tumors", "Renal Cysts", "Automatic Segmentation Kidney". This paper provides an overview of the work that the academic and scientific community has been developing to the automatic recognition of kidney tumors and progress in the development of more advanced models that offer a higher level of sensitivity, specificity, and precision in the detection of diseases of the referred organ, particularly, in medical images.

Keywords: Kidney; kidney tumor; medical images; magnetic resonance; ultrasound; computerized tomography

Introducción

Usualmente, los riñones pueden verse afectados de masas renales o lesiones ocupantes de espacio (LOE). Cuando se hace referencia al término denominado masa renal se incluyen todos los procesos benignos y malignos que ocupen, distorsionen y afecten al parénquima renal y su entorno, independientemente de su etiología, forma y volumen. Por tanto, las masas renales incluyen todas las formaciones quísticas (abscesos), cálculos, pseudotumores,

neoplasias, enfermedades inflamatorias y lesiones traumáticas. Es así como para la evaluación de masas renales quísticas en imágenes médicas, de acuerdo a sus características tales como su pared (fina, irregular, engrosada), tabiques (finos, irregulares, engrosados), bordes (definidos o no) y su tamaño, se utilizan clasificaciones como la de Bosniak que se muestra en la Tabla 1, la cual clasifica los quistes renales en cinco categorías basado en el aspecto de la imagen, para ayudar a predecir si se trata de un tumor benigno o maligno¹.

Tabla 1. Clasificación de Bosniak. Fuente: Quiroga y col. ¹.

Categoría de Bosniak	Características	Actitud
I	Quiste benigno simple con una pared muy fina o delgada que no contiene tabiques, calcificación ni componentes sólidos. Tiene densidad de agua y no se realza con el material contraste	Benigno
II	Quiste benigno que puede contener algunos tabiques muy finos o delgados. Puede haber calcificación fina en la pared o los tabiques. Lesiones < 3 cm con una atenuación alta de manera uniforme, de bordes bien definidos y que no se realizan con el contraste	
III	Estos quistes pueden contener más tabiques muy finos o delgados. Puede observarse un realce mínimo de un tabique muy fino o delgado o de la pared con el contraste. Puede haber un engrosamiento mínimo de los tabiques o de la pared. El quiste puede contener calcificación, que puede ser nodular y gruesa, pero no hay realce con el contraste. No hay elementos de tejidos blandos que realcen con el contraste. En esta categoría también se incluyen las lesiones renales ≥ 3 cm. Totalmente intrarrenales, que no se realzan con el contraste y de atenuación elevada. Estas lesiones presentan, en general, bordes bien definidos	Seguimiento. Una pequeña proporción son malignos
IV	Estas lesiones son masas quísticas indeterminadas que presentan paredes o tabiques irregulares engrosados en los que puede observarse realce con el contraste	Cirugía o seguimiento. Malignos en > 50% de las lesiones
V	Estas lesiones son lesiones quísticas claramente malignas que contienen componentes de tejidos blandos que se realzan con el contraste	

788

Cualquier LOE, sin importar su etiología, se comporta con cambios de la forma y volumen, con alteraciones vasculares y con la creación de un síndrome compartamental en mayor o menor escala². La comprobación diagnóstica de estos efectos se realiza mediante Ultrasonografía y ultrasonido Doppler, estudios de Tomografía Computarizada (TC) sin y con medio de contraste, Urografía intravenosa (UIV) y Resonancia Magnética Nuclear (RMN)³. A manera de ilustración se muestran, en la Figura 1, diversas formaciones quísticas en una imagen adquirida mediante la modalidad de RMN⁴.

Figura 1. Vista axial de lesiones ocupantes de espacio renales identificadas como quistes, señaladas mediante las flechas en la imagen. Fuente: Tonolini y col.⁴.

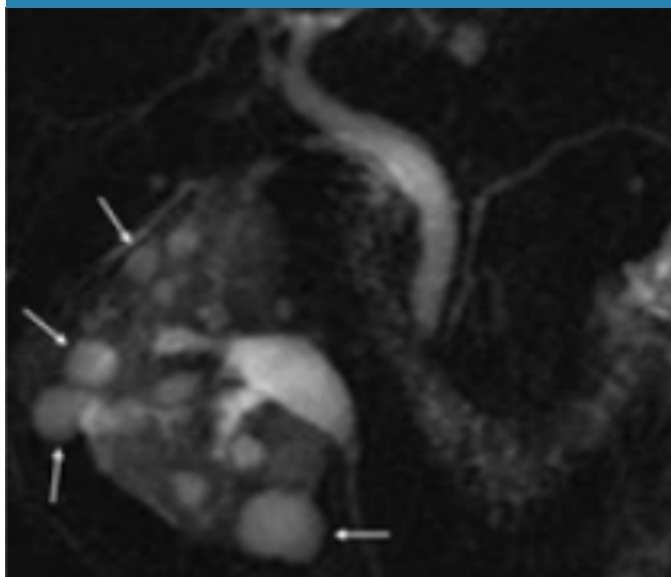


Figura 2. Estimado de casos nuevos de cáncer renal en 2018, en todo el mundo, ambos sexos, todas las edades. Fuente: Global Cancer Observatory (GCO)³.

Cáncer	Número	Incertidumbre	bruta *	* *
Todos los cánceres	18 078 957	[17493000.0-18684500.0]	236,9	197,9
Vejiga	549 393	[529899.0-569604.0]	7,2	5,7
Cerebro, sistema nervioso central	296 851	[282359.0-312086.0]	3,9	3,5
Pecho	2 088 849	[2003730.0-2177580.0]	55,2	46,3
Cuello uterino	569 847	[545771.0-594985.0]	15,1	13,1
Colorrecto	1 849 518	No disponible	24,2	19,7
Cuerpo uterino	382 069	[375428.0-388827.0]	10,1	8,4
Vesícula biliar	219 420	[207100.0-232473.0]	2,9	2,3
linfoma de Hodgkin	79 990	[72456.8-88306.4]	1,0	0,97
Hipofaringe	80 608	[72503.2-89618.9]	1,1	0,91
sarcoma de Kaposi	41 799	[30936.3-56475.9]	0,55	0,50
Riñón	403 262	[387315.0-419865.0]	5,3	4,5 4,5
Laringe	177 422	[165998.0-189632.0]	2,3	2,0

Adicionalmente, se hace necesario indicar que una de las LOE que reviste mayor importancia, debido a su gran impacto en la salud y en las finanzas de un paciente, la constituye los tumores renales (TR) cuya visión retrospectiva puede ser revisada en el artículo desarrollado por Ameri y col.⁵.

Por otra parte, la Organización Mundial de la Salud (OMS), a través del Observatorio Global de Cáncer (GCO)⁶, informó que en el año 2018 se presentaron 403.262 casos de cáncer de riñón en el mundo (Figura 2); mientras que cada año se diagnostican más de 21 mil nuevos casos en Latinoamérica.

Adicionalmente, en España, de acuerdo con la Sociedad Española de Oncología Médica, el carcinoma de células renales (CCR) es la lesión sólida más frecuente en el riñón, representando, aproximadamente, el 90% de todos los tumores renales malignos, con una tasa de un 2-3% de estos tumores malignos en adultos⁷. Es así como cada año se presentan 7.300 nuevos casos de cáncer renal, causando más de 2.100 muertes, y según la sociedad científica se estima que en 2020 se diagnosticarán 1.300 casos más que en 2019⁶. Por otra parte, en Colombia, en el 2018, se presentaron 101.893 casos de cáncer de los cuales 47.876 casos corresponden al género masculino; mientras que 54.017 casos están vinculados con mujeres⁶. Sin embargo, son muy pocas las estadísticas reportadas, actualmente, acerca del cáncer de células renales en la población colombiana. Una de ellas, es la publicada por el Instituto Nacional de Salud de Colombia, en el cual se reporta las incidencias de los diferentes tipos de cáncer, en la población de sujetos menores de 18 años, por 100000 habitantes entre los años 2015 a 2018, mostrando el cáncer de Leucemia Linfocítica Aguda como el de mayor incidencia⁸.

A pesar de que el cáncer de riñón no es de los más recurrentes en la población, si es un tipo de cáncer que, generalmen-

te, es asintomático en sus estadios iniciales y, por tanto, su diagnóstico temprano resulta más difícil. En este sentido, de acuerdo con la Sociedad Colombiana de Urología, muchas masas renales no son palpables hasta las últimas fases de la enfermedad, esto es, más del 50% de los CCR se detectan de manera fortuita en pruebas de imagen para investigar diferentes cuadros sintomáticos⁹. Otra característica que puede hacer complejo la detección es que el cáncer de riñón no es una enfermedad única, sino que se compone de varios tipos diferentes de cáncer clasificados por histología que son dispares en cuanto a presentación, curso clínico y base genética⁹.

En la actualidad, gracias al avance de la tecnología, se pueden tomar imágenes de los órganos para determinar si presentan LOE pero aun así, en el caso de tumores renales, es difícil diferenciar entre tumores benignos y tumores malignos¹⁰. Adicionalmente, los estudios radiológicos basados en TC, US y RMN pueden emplearse para clasificar tumores tanto renales como no renales¹¹.

Es por ello, que en el presente artículo se realizó una revisión sistemática que permite hacer una descripción de los diversos avances que se han reportado en la literatura científica con respecto a la segmentación del riñón y de sus LOE en imágenes médicas de diferentes fuentes como tomografía computarizada, resonancia magnética y ultrasonido. Finalmente, con base en la revisión documental del trabajo que ha venido desarrollando la comunidad académica y científica, con respecto al reconocimiento automático de tumores renales, se pudo establecer un análisis comparativo de los tipos de imágenes, técnicas automáticas y métricas usadas en los diversos estudios documentados en este trabajo, logrando determinar cuáles son las más usadas en el tratamiento de imágenes médicas para la segmentación del riñón y de sus LOE.

Se utilizó el paradigma interpretativo comprensivo, empleando el método de revisión mediante la técnica de análisis de contenido. En el estudio, se reunieron y seleccionaron datos en forma de artículos o unidades de análisis, relacionados al objeto de estudio y mediante una técnica comparativa se sintetizó la información relevante, permitiendo identificar y analizar tanto los fundamentos de las técnicas manuales y automáticas involucradas en el abordaje del órgano humano denominado riñón y de sus lesiones ocupantes de espacio, así como también los antecedentes, vinculados con esta temática, reportados en la literatura. Para ello, se desarrollaron las siguientes fases:

1. Identificación de los fundamentos teóricos relativos a los métodos de caracterización y/o segmentación del mencionado órgano y sus LOE en sus versiones manuales (contexto clínico) y automáticas (contexto bioingenieril).
2. Abordaje de los antecedentes mediante la revisión crítica de unidades de análisis basadas en artículos consultados en diferentes bases de datos especializadas tales como PubMed, Google académico, base de datos académicas y revistas de alto impacto con cuartil 3 o superior. En la búsqueda se usó software especializado de gestión documental.

3. Clasificación de 28 documentos de acuerdo con el ámbito, año y contexto de la investigación, desde el 2005 hasta el 2020. En la búsqueda se clasificaron los tipos de documentos discriminados en artículos de revisión documental y artículos que presentan propuestas de técnicas automáticas para la segmentación tanto del riñón como de sus LOE.

Resultados

Principales contribuciones en los contextos clínico-quirúrgico y bioingenieril vinculados con el abordaje del riñón y sus lesiones ocupantes de espacio

Aportes en el contexto clínico-quirúrgico

La Tabla 2, presenta una síntesis de diversas investigaciones científicas cuyos hallazgos han contribuido en la generación de información relevante que ha apalancado el desempeño profesional de los especialistas médicos del área nefrológica, es decir, en el contexto clínico-quirúrgico. En ella, se pueden identificar diversos recursos que han permitido a los nefrólogos caracterizar, de manera aproximada, tanto el riñón como las patologías que involucran las lesiones ocupantes de espacio renales.

Tabla 2. Principales aportes en el contexto clínico-quirúrgico de los artículos analizados. Fuente: Elaboración propia.

Referencia	Aportes
Agnello y col. ¹² (2020)	Suministra información para diferenciar quistes renales malignos y benignos considerando un número importante de casos clínicos.
Gimpel y col. ¹³ (2019)	Proporciona una guía clínica de estandarización de las pruebas imagenológicas útiles para evaluar los quistes que se presentan frecuentemente en niños. Esta investigación fue respaldada por diversas sociedades de pediatría de Europa y establecen el US como modalidad de imagen estándar para la detección de este tipo de quistes.
Hélénon y col. (2018) ¹⁴	Plantea el uso combinado de la clasificación de Bosniak (CB), US y CT (con y sin contraste) para caracterizar, especialmente, quistes de pequeño tamaño.
Bartlett y col. ¹⁵ (2015)	Señalan como principal hallazgo la asociación causal entre el tratamiento con el medicamento denominado crizotinib y el desarrollo de quistes renales en pacientes con tumores pulmonares de células no pequeñas.
Eknoyan ¹⁶ (2009)	Refuerzan la idea de "idoneidad" tanto del US como de la CT para la detección de una buena variedad de quistes renales (simples, complejos, heredados, asintomáticos o no)
Israel y Bosniak ¹⁷ (2005)	Presenta una descripción detallada de la CB para tumores renales y ejemplifica su uso.
Graumann y col. ¹⁸ (2013)	Evalúa 8402 casos de CT renal destacando la utilidad de la CB en la caracterización de quistes renales de complejidad moderada y en el abordaje quirúrgico de los mismos.
Ahmad y col. ¹⁹ (2019)	Indica que el coeficiente de difusión aparente es un descriptor adecuado para el pronóstico y evolución del carcinoma renal, considerando imágenes de RMN.
Ishigami y col. ²⁰ (2015)	Identifica la diferenciación de celularidad en los tumores renales para establecer los intervalos de crecimiento de estos tumores y su superposición en tumores multifocales.
Walsh y col. ²¹ (2010)	Reporta el caso clínico de un paciente con ruptura de quiste renal secundario a trauma.
Tonolini y col. ⁴ (2015)	En pacientes con insuficiencia renal crónica el sangrado espontáneo puede influir en la aparición de LOE renales debido a la afectación del tejido renal.
Peters y col. ²² (2013)	Analiza 548 tumores suprarrenales para establecer la invaluable capacidad de las diversas modalidades radiológicas para detectar el crecimiento de este tipo de tumores.
Rhee y col. ²³ (2016)	Establece la utilidad de la tomografía por emisión de positrones (PET) durante la etapa pre-operativa del carcinoma de células renales cuando falla la CT en su detección.
Miltiadis y col. ²¹ (2018)	Caracterización de la ablación basada en radiofrecuencias, microondas y crio-ablación para el abordaje de carcinomas renales de reducido tamaño.
Mauri y col. ²⁴ (2017)	Identifican ventajas y desventajas de la ablación e importancia del acompañamiento de estas técnicas tanto con las diversas modalidades de imagenología médica como de procesos de enfriamiento tales como la piel-perfusión fría.

En síntesis, la información presentada en la Tabla 2, muestra la interesante conexión que se ha establecido, a través del tiempo, entre las modalidades de imagenología médica y la práctica clínica, orientada al abordaje del riñón y de las patologías derivadas de la presencia de LOE renales, la cual siempre ha estado apegada a los lineamientos establecidos por los pioneros de esa importante área de la medicina.

Aportes en el contexto de la bioingeniería

La Tabla 3, muestra los principales hallazgos que se han identificado, en el contexto de la bioingeniería, luego de analizar las referencias que interconectan la segmentación automática de los riñones y sus LOE considerando estrictamente propuestas, totalmente automáticas, desarrolladas utilizando como recursos el binomio "Ciencias de la computación-matematicas".

Tabla 3. Principales aportes en el contexto de la bioingeniería de los artículos analizados. Fuente: Elaboración propia.

Referencia	Aportes
Jin y col. ²⁵ (2016)	Desarrolla una técnica para la segmentación tridimensional (3D) del riñón usando la transformada de Hough, modelos de apariencia activa y un algoritmo aleatorio en 37 imágenes de CT renal con un coeficiente de Dice (Dc) superior a 0.8.
Shehata y col. ²⁶ (2018)	Implementa un método automático para la segmentación 3D del riñón usando una técnica basada en campos aleatorios de Markov-Gibbs en 64 imágenes de RMN renal con un Dc promedio de $0,95 \pm 0,01$, una distancia de Hausdorff de $3,9 \pm 0,76$ mm.
Myronenko and Hatamizadeh ²⁷ (2019)	Presenta una técnica para la segmentación del riñón y de tumores renales (TR), en CT, usando aprendizaje profundo basado en redes neuronales convolucionales en el contexto del <i>desafío de segmentación de tumor renal (KiTS-2019)</i> . Reportan un Dc de 0,97 y 0,81 para la segmentación del riñón y del tumor renal, respectivamente.
Kim y col. ²⁸ (2016)	Caracteriza, vía volumen, formaciones poli-quísticas renales mediante una técnica computacional basada en conjuntos de nivel usando 2000 imágenes de RMN.
Yang y col. ²⁹ (2018)	Segmenta el riñón y TR, en CT, usando redes U-Net. Reportan un Dc de 0,92 and 0,82 para la segmentación del riñón y del TR, respectivamente.
Kline y col. ³⁰ (2016)	Emplea una técnica para la segmentación del riñón y de LOE poli-quísticas renales, en CT, usando aprendizaje profundo basado en redes neuronales completamente convolucionales en el contexto del <i>KiTS-2019</i> . Reportan un Dc de 0,9638 y 0,6738 para la segmentación del riñón y del tumor renal, respectivamente.
Vu y col. ³¹ (2019)	Segmenta el riñón y TR, en CT, usando redes TU-Net. Reportan un Dc de 0,9020 y 0,4080 para la segmentación del riñón y del tumor renal, respectivamente.
Yin y col. ³² (2019)	Segmenta los riñones, en imágenes de US, mediante una técnica basada en una red neuronal pre-entrenada de aprendizaje profundo y mapas de contornos.
Santini y col. ³³ (2019)	Caracterizan el riñón y TR usando U-Net. Reportan un Dc de 0,96 y 0,74 para la segmentación del riñón y del tumor renal, respectivamente, en 300 imágenes de CT.
Nithya y col. ³⁴ (2020)	Obtiene la morfología de cálculos renales, en US, con una técnica de agrupamiento basada en el algoritmo de k-medias generando una precisión de 99,61%.
Lituev y col. ³⁵ (2019)	Segmentación efectiva de agregados linfoides considerando imágenes de biopsias para trasplante de riñón. La U-Net es utilizada para este propósito.
Rana y col. ³⁶ (2016)	Extrae regiones de interés, en imágenes de US, para la caracterización de carcinomas renales y angiomiolipomas usando una máquina de soporte vectorial.
Heller y col. ³⁷ (2019)	Usa aprendizaje profundo para caracterizar el riñón y sus tumores en 90 imágenes de CT reportando un Dc máximo de 0,974 para el órgano y 0,923 para el tumor.
Heller y col. ³⁸ (2019)	En esta referencia se describe con detalle el desafío <i>KiTS19</i> y la data usada.

De acuerdo con la información plasmada en la Tabla 3, se puede afirmar que los operadores inteligentes se han posicionada a la vanguardia de los algoritmos matemático-computacionales, cuando se ha pretendido generar técnicas automáticas para la caracterización tanto del riñón como de las lesiones ocupantes de espacios vinculados con este órgano.


Discusión

Los artículos analizados en el presente artículo fueron publicados entre el 2005 y 2020 en revistas de alto impacto con un *h-index* elevado y con un 80% de ellos posicionados en cuartil 3 o superior, de acuerdo con el ranking establecido en *Scimago*. Esto indica lo relevante que sigue siendo, en la actualidad, la realización de investigaciones formales vinculadas con el riñón y sus LOE.

La revisión documental permite establecer como un hallazgo básico que la principal modalidad de imágenes usadas en la segmentación automática del riñón corresponde a las imágenes de **Tomografía Computarizada**, seguido por las imágenes de Resonancia Magnética y las imágenes obtenidas por Ultrasonido. El mayor uso de la Tomografía Computarizada se puede explicar desde las mismas características que presenta esta técnica, como la posibilidad de brindar imágenes de excelente resolución, no requerir procesos invasivos y no provocar dolor, permitiendo obtener imágenes detalladas de diferentes tejidos del cuerpo. Además, el proceso práctico desarrollado para la obtención de este tipo de imágenes es

más eficiente que la Resonancia Magnética la cual, a su vez, es más costosa monetariamente hablando. Sin embargo, en la Tomografía Computarizada, como se muestra en la Tabla 4, la dosis de radiación efectiva que un paciente puede recibir es de alrededor de 10 mSv que es equivalente a la dosis que una persona (en promedio) recibe de radiación de fondo en tres años, de ahí que esté contraindicado para pacientes que no pueden someterse a altas dosis de radiación, como mujeres embarazadas, pacientes con hipersensibilidad a contrastes yodados y/o pacientes con insuficiencia: cardíaca, renal, o hepática⁹⁹.

Tabla 4. Radiación de fondo y dosis de radiación efectiva en adultos para Tomografía Computarizada en Región Abdominal. Fuente: Radiological Society of North America (RSNA). <https://www.radiologyinfo.org/sp/info.cfm?pg=safety-xray>

REGIÓN ABDOMINAL	Procedimiento	Las dosis de radiación efectiva aproximada	Comparable a la radiación natural de fondo para:
	Tomografía computarizada (TC) - abdomen y pelvis	10 mSv	3 años
	Tomografía computarizada (TC) - abdomen y pelvis, repetida con o sin material de contraste	20 mSv	7 años
	Tomografía computarizada (TC) - colonografía	6 mSv	2 años
	Pielograma intravenoso (IVP)	3 mSv	1 año
	Enema de bario (rayos X del tracto GI inferior)	8 mSv	3 años
	Estudio con bario del tracto GI superior	6 mSv	2 años

Durante la presente revisión, la Resonancia Magnética ocupó el segundo lugar dentro de las técnicas imagenológicas usadas. A diferencia de la TC, la RMN es una técnica que obtiene las imágenes de los órganos y tejidos internos a través del uso de campos magnéticos a través de grandes imanes y ondas de radiofrecuencia. La principal ventaja de la RMN comparada con la TC es que no utiliza radiación ionizante, reduciendo los riesgos de cáncer, pero además esta técnica permite cortes muy finos, con precisión sub-milimétrica y, por tanto, puede generar imágenes multiplanares de alta resolución sin necesidad de cambiar la postura del paciente. Se debe mencionar que la Resonancia Magnética tiene ciertas desventajas como la larga duración del examen para la toma de las imágenes, el factor económico ya que el costo es mayor que en las otras técnicas para obtener imágenes, y claro también está el temor y la sensación de claustrofobia que experimenta un paciente adentro del túnel que se utiliza en esta técnica. En el caso del ultrasonido al igual que la RM presenta la ventaja de la ausencia de radiación, además de ofrecer una muy buena visualización de tejidos blandos y la diferenciación entre sólidos y líquidos, también es una técnica más económica pero que superpone estructuras anatómicas siendo esta su principal desventaja.

En cuanto a las métricas o funciones de desempeño, consideradas en los diferentes estudios consultados, se encontró que el **Coefficiente de Dice (Dc)** es el más utilizado para la

validación de los modelos computacionales, aunque también son usados otros métodos como el de Correlación Lineal, análisis de Bland-Altman, Coeficiente de Correlación Interclase, Distancia Hausdorff Modificada, entre otros. Es importante señalar aquí que el coeficiente de Dice es una cantidad adimensional, sin unidades de medida y genera valores acotados entre cero y la unidad. La preferencia por el **Dc** se puede explicar debido a que es una forma de establecer grados de similitud entre estructuras segmentadas de manera más robusta sencilla y precisa que las otras métricas mencionadas. Además, su interpretación es muy intuitiva arrojando similitud perfecta entre segmentaciones manuales y automáticas, cuando su valor es la unidad y similitud nula si el **Dc** vale cero. Si adicionalmente, se agrega el hecho de que su programación computacional es super sencilla entonces se puede afirmar que todas estas características hacen del **Dc** una métrica muy atractiva y, por tanto, de uso muy frecuente.

Adicionalmente, es indudable que las diversas técnicas automáticas consideradas, desde el contexto de la bioingeniería, en especial aquellas vinculadas con inteligencia artificial, están ganando cada vez más terreno en el diseño de protocolos de apoyo clínico en situaciones sincrónicas y asincrónicas que les permiten a los especialistas clínicos realizar su trabajo de una manera más eficiente. Esto está en consonancia directa con los esfuerzos que realiza la comunidad científica internacional de promover el posicionamiento

adecuado de técnicas inteligentes en los contextos médico y quirúrgico brindado, de esta forma, un importante recurso a los especialistas para que realicen su trabajo más efectiva y eficientemente lo cual, naturalmente, redundará en beneficio de la salud del paciente. De manera complementaria, también es importante visualizar la potencialidad de estas técnicas automáticas en diversos escenarios transversales tales como los espacios académicos, técnicos, médicos, clínicos y quirúrgicos relacionados con el riñón y sus enfermedades asociadas.

Finalmente, se resalta el hecho que varios de los estudios o artículos, considerados en esta revisión, se generaron en el marco del evento denominado desafío de segmentación de tumor renal (*KiTS19*) el cual se celebró junto con la conferencia internacional sobre informática médica e intervención asistida por computadora (MICCAI) en el 2019. Estos eventos fueron creados para apuntalar tecnológicamente los procesos que cotidianamente desarrollan los expertos clínicos y, por ende, buscan perfeccionar las técnicas computacionales propuestas por un número importante de investigadores, a nivel mundial, de tal manera que en los años venideros se cuente con una diversidad de técnicas computacionales eficientes, efectivas, muy bien posicionadas y sobretodo de utilidad invaluable que contribuyan decididamente al bienestar de la población aquejada por las patologías que se derivan de las lesiones ocupantes de espacio en el riñón.

Conclusiones

A lo largo del desarrollo de la medicina diversos investigadores han establecido los lineamientos fundamentales que le permiten a los especialistas clínicos realizar su labor profesional de manera adecuada. No obstante, el desarrollo de artículos de esta naturaleza permite darse cuenta de situaciones que ya empiezan a influenciar fuertemente esa labor. En este sentido, se puede afirmar que, de acuerdo al panorama global descrito, los profesionales de la medicina requieren cada vez más del acompañamiento permanente de técnicas, vinculadas con la bioingeniería sobre todo para realizar su trabajo de forma eficiente y dando respuesta a los retos de una sociedad altamente tecnificada.

También es importante señalar que nunca la tecnología desplazará por completo la sapiencia y experticia del personal calificado del sector salud, sino que, por el contrario, paulatinamente este tipo de recurso se está constituyendo en el aliado que requieren los especialistas, de ese sector, para hacer mucho más eficiente su trabajo.

De acuerdo con la literatura analizada, se puede apreciar como la conjunción entre las capacidades altamente desarrolladas de los clínicos y la implementación de algoritmos computacionales, basados en modelos matemáticos, ha cobrado especial relevancia como apoyo clínico al personal que conforma la comunidad médica vinculada con el área nefrológica. Esta situación es especialmente muy atractiva particularmente, en el proceso de localización precisa y obtención tanto de la morfología del riñón y las LOE que afectan su funcionamiento, así como también en la generación de

descriptores útiles al momento de pretender caracterizar las estructuras anatómicas sanas o patológicas vinculadas con los riñones de los seres humanos.

Referencias

1. Quiroga W, Fernández F, Citarella D, Rangel J, Estrada A, Patiño I. Guía de manejo del carcinoma de células renales. *Revista Urología Colombiana* [Internet]. 2016; 35(2):169-189. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=149146287016>.
2. Sanz E, García R, Rodríguez R, Arias F, Lennie A, Mayayo T. Estudio ultrasonográfico de las masas renales de pequeño tamaño. *Arch. Esp. Urol.*, 59(4), 333-342, 2006.
3. Fernández J, Zuluaga A, Valle Díaz F. Caracterización por la imagen de las masas renales. *Atlas por la imagen. Actas Urol Esp* 33(5): 482-498, 2009.
4. Tonolini M, Lerardi A, Carrafiello G. Letter to the editor: spontaneous renal haemorrhage in end-stage renal disease. *Insights Imaging* 6: 693-695 (2015). <https://doi.org/10.1007/s13244-015-0439-4>.
5. Ameri C, Contreras P, Villasante N, Ríos H, Richards N, Mazza O. Masa ocupante renal sólida hasta 4 cm: análisis de 78 casos. *Rev Arg de Urol.* 7(1): 28-39, 2006.
6. Global Cancer Observatory: International Agency for Research on Cancer [Online]. Available: https://gco.iarc.fr/today/onlineanalystable?v=2018&mode=cancer&mode_population=continents&population=900&populations=900&key=asr&sex=0&cancer=39&type=0&statistic=5&prevalence=0&population_group=0&ages_group%5B%5D=0&ages_group%5B%5D=17&group_cancer=1&include_nmsc=1&include_nmsc_other=1.
7. Sociedad Española de Oncología Médica: Las cifras del cáncer en España 2020 https://seom.org/seomcms/images/stories/recursos/Cifras_del_cancer_2020.pdf
8. Boletín Epidemiológico Semanal. Semana epidemiológica 08 (17 al 23 de febrero de 2019). Instituto Nacional de Salud. Dirección de vigilancia y análisis del Riesgo en Salud Pública. Publicación en línea: ISSN 2357-6189. 2019
9. Schmidt L, Linehan W. Predisposición genética al cáncer de riñón. *Seminarios en oncología*, 43(5): 566-574. 2016
10. Millet I, Doyon F, Hoa D, Thuret R, Merigeaud S, Serre I, Taourel P. Characterization of small solid renal lesions: can benign and malignant tumors be differentiated with ct? *American journal of roentgenology* 197, 887-896. 2011.
11. Huérfano Y, Vera M, Del Mar A, et al., *Imagenología médica: Fundamentos y alcances AVFT* 35(3): 71-76. 2016.
12. Agnello, F., Albano, D., Micci, G. et al. CT and MR imaging of cystic renal lesions. *Insights Imaging* 11(5) 2020. <https://doi.org/10.1186/s13244-019-0826-3>
13. Gimpel Ch, Fred E, Breysem L, et al. Imaging of Kidney Cysts and Cystic Kidney Diseases in Children: An International Working Group Consensus Statement. 2019. <https://doi.org/10.1148/radiol.2018181243>
14. Hélénon O, Crosnier A, Verkarre V, Merran S, Méjean A, Correas J. Simple and complex renal cysts in adults: Classification system for renal cystic masses. *Diagnostic and Interventional Imaging* 99(1):189-218. 2018.
15. Bartlett S, Solomon C, Tassel B, et al. Complex renal cysts associ-

- ated with crizotinib treatment *Cancer Medicine* 4(6):887–896. 2015.
16. Eknoyan G A. Clinical view of simple and complex renal cysts. *JASN* 20 (9):1874-1876 2009.
 17. Israel G, Bosniak M. An update of the Bosniak renal cyst classification system 66(3):484-488. 2005
 18. Graumann O, Osther S, Karstoft J, Horlyck A, Sloth P. Evaluation of Bosniak category IIF complex renal cysts *Insights Imaging* 4(1):471-480. 2013.
 19. Ahmad M, Sabr M, Roshy E. Assessment of apparent diffusion coefficient value as prognostic factor for renal cell carcinoma aggressiveness *Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine* 50(32). 2019. <https://doi.org/10.1186/s43055-019-0038-3>
 20. Ishigami K, Jones A, Dahmouh L, Leite L, Pakalniskis M, Barloon T. Imaging spectrum of renal oncocytomas: a pictorial review with pathologic correlation *Insights Imaging* 6(1):53-64. 2015.
 21. Walsh B, Sutijono D, Moore C. Emergency ultrasound diagnosis of traumatic renal cyst rupture *Critical Ultrasound Journal* 1:127–128. 2010.
 22. Peters et al. Incidence of synchronous and metachronous adrenal metastases following tumor nephrectomy in renal cell cancer patients: a retrospective bi-center analysis. *Springer Plus* 2:293-297. 2013.
 23. Rhee H, Blazak J, Tham CM, Ng KL, Shepherd B, Lawson M, Preston J, Vela I, Thomas P, Wood S. Pilot study: use of gallium-68 PSMA PET for detection of metastatic lesions in patients with renal tumour. *EJNMMI Res.* 2016 Dec;6(1):76. doi: 10.1186/s13550-016-0231-6. Epub 2016 Oct 22. PMID: 27771904; PMCID: PMC5075321.
 24. Mauri G, Nicosia L, Varano G, Bonomo G, Della Vigna P, Monfardini L, Orsi F. Tips and tricks for a safe and effective image-guided percutaneous renal tumour ablation. *Insights Imaging* 8:357–363 2017.
 25. Jin C, Shi F, Xiang D, Jiang X, Zhang B, Wang X, Zhu W, Gao E, Chen X, 3D Fast Automatic Segmentation of Kidney Based on Modified AAM and Random Forest *IEEE Transactions on Medical Imaging* 35(6), 195-1407. 2016.
 26. Shehata M, Mahmoud A, Soliman A, Khalifa F, Ghazal M, Abou El-Ghar M, et al. (2018) 3D kidney segmentation from abdominal diffusion MRI using an appearance-guided deformable boundary. *PLoS ONE* 13(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200082>.
 27. Myronenko A, Hatamizadeh A 3D Kidneys and Kidney Tumor Semantic Segmentation using Boundary-Aware Networks *arXiv:1909.06684v1 [eess.IV]* 14 Sep 2019
 28. Kim Y, Ge Y, Tao C, et al. Automated Segmentation of Kidneys from MR Images in Patients with Autosomal Dominant Polycystic Kidney Disease *Clin J Am Soc Nephrol* 11:576–584, 2016. doi: 10.2215/CJN.08300815.
 29. Yang G, Li G, Pan T, Automatic Segmentation of Kidney and Renal Tumor in CT Images Based on Pyramid Pooling and Gradually Enhanced Feature Modules 24th International Conference on Pattern Recognition, ICPR 2018, Aug 2018, Beijing, China. 3790-3795, DOI: 10.1109/ICPR.2018.8545143.
 30. Kline T, Korfiatis P, Edwards M, et al. Automatic total kidney volume measurement on follow-up magnetic resonance images to facilitate monitoring of autosomal dominant polycystic kidney disease progression *Nephrol Dial Transplant* (2016) 31:241–248 doi: 10.1093/ndt/gfv314
 31. Vu M, Grimbergen G, Simkó A, Nyholm T, Löfstedt T, End-to-End Cascaded U-Nets with a Localization Network for Kidney Tumor Segmentation *arXiv:1910.07521v1 [eess.IV]* 16 Oct 2019
 32. Yin S, Zhang Z, Li H, Peng Q, You X, Furth S, Tasian G, Fan Y Fully-automatic Segmentation of Kidneys in Clinical Ultrasound Images using a Boundary Distance Regression Network *Proc IEEE Int Symp Biomed Imaging.* 2019: 1741–1744. doi:10.1109/ISBI.2019.8759170.
 33. Santini G, Moreau N, Rubeaux M Kidney tumor segmentation using an ensembling multi-stage deep learning approach. A contribution to the KiTS19 challenge. *arXiv:1909.00735v1 [eess.IV]* 2 Sep 2019.
 34. Nithya A, Appathurai A, Venkatadri N, Ramji D, Palagan C Kidney disease detection and segmentation using artificial neural network and multi-kernel k-means clustering for ultrasound images *Measurement* 149 (2020) 106952 <https://doi.org/10.1016>.
 35. Lituiev D, Cha S, Chin An Automated Localization and Segmentation of Mononuclear Cell Aggregates in Kidney Histological Images Using Deep Learning 2019 *medRxiv preprint* doi: <https://doi.org/10.1101/19002634>.
 36. Rana S, Jain S, Virmani J. SVM-Based Characterization of Focal Kidney Lesions from B-Mode Ultrasound Images *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences* 7(4) 837-846. 2016.
 37. Heller N, Isensee F, Maeir-Hein K, et al. The state of the art in kidney and kidney tumor segmentation in contrast-enhanced CT imaging: Results of the KiTS19 Challenge *arXiv:1912.01054v2 [eess.IV]*. 2019.
 38. Heller N, Sathianathen N, Arveen Kalapara et al. The KiTS19 Challenge Data: 300 Kidney Tumor Cases with Clinical Context, CT Semantic Segmentations, and Surgical Outcomes *arXiv:1904.00445v1 [q-bio.QM]* 31 Mar 2019.
 39. Raudales-Díaz I. Imágenes diagnósticas: Conceptos y generalidades. *Rev Fac Cienc Med.* 2014;11(1):35–43. Available from: <http://www.bvs.hn/RFCM/pdf/2014/pdf/RFCMVol11-1-2014-6.pdf>